N° 18 31 DÉCEMBRE 1939

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).
DIRECTEUR :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Médecin-Capitaine Gaston DOIN,
Hôpital mixte, Vernon (Eure).

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Génétique et Pathologie.

Lors d'un récent congrès international de Pathologie comparée, la question de l'hérédité des maladies a, naturellement, été évoquée. Du moins a-t-elle fait l'objet d'un rapport[1]. Il a été confié à un zoologiste strict, dont les travaux, d'ordre purement descriptif, se rapportent surtout aux Crustacés et aux Annélides, abstraction faite de livres de vulgarisation sur des questions de Biologie générale, qui témoignent d'abondantes lectures. Le thème, pourtant, méritait d'être traité, et l'on s'étonne que les organisateurs du Congrès n'aient pas trouvé, dans le milieu médical ou vétérinaire, l'homme compétent qui, ayant pris contact personnel avec les faits génétiques et pathologiques, eût été en mesure d'en faire ressortir les points essentiels.

***

Ne fallait-il pas tout d'abord préciser, du point de vue pathologique, ce qui est vraiment héritable? ce qui revenait à rechercher le critère de la maladie. Les faits pathologiques seraient, suivant le rapporteur, des « déviations » de l'anatomie et de la physiologie normales, formule imprécise qui peut tout dire et, par suite, ne signifie rien, laissant le champ libre à toutes les confusions.

Or, les médecins ont longuement discuté sur le critère de la maladie, les uns tenant pour un « trouble fonctionnel », les autres pour la « lésion anatomique ». Mais, il y a trouble et trouble, celui de la fonction et celui du fonctionnement. Le premier provoque la lésion et celle-ci entraîne le second. Une réaction inflammatoire de la trachée ou des bronches, par exemple, résulte d'une influence extérieure inaccoutumée, qui place les éléments anatomiques dans des conditions défavorables. Leurs échanges — leur fonction — s'en trouvent diminués, puis supprimés. De cette diminution, effet d'une lésion, un trouble fonctionnel respiratoire s'ensuit : c'est donc la lésion anatomique qui caractérise la maladie. L'hérédité ne porte évidemment pas sur cette lésion; elle ne saurait porter que sur les susceptibilités plus ou moins grandes de tel ou tel tissu vis-à-vis des influences extérieures.

***

Le rapporteur comprend autrement la question. Il définit l'hérédité : la connaissance et l'analyse du génotype et, « secondairement », des aspects phénotypiques que peut prendre le génotype. En conséquence, l'hérédité pathologique serait l'altération « nocive » des propriétés génotypiques, à l'exclusion de celles qui sont seulement la consé-

1. Relazioni del IV Congresso Internazionale di patologia comparata Roma 15-20, Maggio 1939. Maurice CAULLERY. *L'Hérédité pathologique considérée du point de vue de la Biologie générale.*

quence d'une intervention d'agents extérieurs à l'organisme. Ces définitions se fondent sur une structure hypothétique de la matière vivante et passent sous silence le fait essentiel de l'hérédité : les relations de continuité des parents aux descendants.

La question, pourtant, se présente, semble-t-il, de la façon la plus claire. La génétique de la pathologie n'est pas une génétique spéciale; l'hérédité ne connaît point d'épithète; elle n'est ni normale, ni anormale, ni pathologique : elle est. Elle est un fait de continuité des ascendants aux descendants, indépendamment de nos conceptions sur la structure des organismes. Du point de vue pathologique, il faut uniquement envisager la susceptibilité des tissus vis-à-vis des influences extérieures. Le rapporteur signale simplement, en quelques lignes, les modes de réaction à une infestation, ce qui aurait pu être l'objet même de son rapport.

A vrai dire, les documents relatifs à cette question sont infiniment rares ou, du moins, fort imprécis. Les données que l'on possède ont trait, surtout, à la tuberculose, à quelques maladies oculaires, données insuffisantes dans leur ensemble, mais non négligeables. Les données portent aussi, et en grand nombre, sur les maladies neuro-mentales. A leur sujet, bien des assertions ont été émises, sur lesquelles auraient pu être dites des choses fort intéressantes, à la lumière de nos connaissances actuelles de génétique.

Peut-être sommes-nous documentés avec plus de précision sur l'hérédité de certains cancers. Le rapporteur y touche à peine, ne citant même pas l'expérimentateur français qui a fourni sur ce sujet les faits les plus précis et les plus étudiés. D'évidence, on n'hérite pas d'un cancer. Par lui-même, un cancer n'est pas plus une maladie qu'un Tænia n'en est une. Sans doute n'est-il pas un parasite étranger à l'organisme; c'est une partie de cet organisme qui prend, au cours de l'évolution individuelle, un développement considérable. C'est le processus de développement, c'est-à-dire un état constitutionnel, qui est héréditaire. La tumeur qui en résulte provoque une maladie; l'important est de savoir dans quelles conditions cet état constitutionnel est héritable, comment il se comporte dans les croisements.

Or, depuis des années, le Professeur L. Mercier, de Caen, a suivi, au point de vue génétique, le lympho-sarcome de la souris. A cet égard, ce cancer répond à un certain état constitutionnel, caractéristique de certaines lignées. Chez les individus appartenant à ces lignées, le lympho-sarcome se développe à partir du 6e mois. L'état constitutionnel est récessif, de sorte que tous les individus accouplés avec des individus d'une lignée non cancéreuse donnent des descendants indemnes du cancer.

Assurément, tous les cancers ne sont pas des lympho-sarcomes. Néanmoins, les constatations faites à leur sujet sont importantes et méritaient d'être soumises aux réflexions des membres d'un Congrès de pathologie comparée; elles projettent quelque lumière sur un problème dont il est inutile de souligner le très grand intérêt.

***

Ainsi, tout ce qui concerne vraiment les relations de la génétique et de la pathologie se trouve pratiquement omis. Le rapport se développe en dehors de son sujet.

Ce sont, en effet, des exemples étrangers à la pathologie qui, à la faveur d'une confusion, sont abondamment fournis. Le rapporteur assimile les anomalies à des maladies, sous le prétexte que les anomalies, étant des « déviations » de l'anatomie et de la physiologie normales, sont d'un « naturel plus ou moins pathologique ».

Passons sur ce « plus ou moins ». Prendre les anomalies pour des maladies est, à notre avis, l'erreur la plus forte qui se puisse commettre en un tel sujet. L'origine de cette erreur est clairement exprimée : il y a des anomalies dommageables, « c'est-à-dire qui provoquent des maladies ou un désavantage ». Mais le surmenage, les vapeurs méphitiques, l'air confiné, l'alcool, etc. provoquent aussi des maladies, et l'on n'a pas songé jusqu'ici à confondre ces agents avec une maladie.

Les exemples fournis par le rapporteur manquent, d'ailleurs, de pertinence : tels, la polydactylie et la syndactylie. Ni l'une ni l'autre ne sont des « lésions » ni même des déviations. Ce sont des modes de développement différents du mode normal. Les doigts supplémentaires des polydactyles, et les tissus qui les forment sont, en tout, comparables aux autres doigts; et le tégument interdigital des syndactyles est fait de cellules vivantes et saines. On peut en dire autant de toute anomalie, quelle que soit son importance matérielle. Où est la lésion ? où est le dommage ?

Autres exemples : les Drosophiles à yeux blancs, qui seraient dépourvus de pigment et ne donneraient qu'une vision défectueuse; — les Drosophiles aptères, l'aptérisme constituant un handicap. Ces deux exemples montrent, comme les précédents, les lacunes des connaissances du rapporteur. Dire que les yeux blancs des Drosophiles sont dépourvus de pigment est une affirmation gratuite; il existe des yeux à pigment blanc, notamment chez divers Orthoptères. Arguer

que ces yeux donnent une vision déficiente, c'est ignorer le rôle de la vision chez bien des animaux : précisément, il est acquis que les Drosophiles sont beaucoup plus sûrement et beaucoup plus utilement menées par l'odorat que par la vue.

Quant à l'aptérisme, chacun sait qu'il est héréditaire chez de nombreux Insectes; il ne leur procure peut-être aucun avantage, mais non plus aucun inconvénient : les Fourmis pullulent, quoi que privées d'ailes.

Le rapport fait également état de l'aphallie de certains Gastéropodes : l'absence de pénis implique l'auto-fécondation; mais à aucun degré, elle ne constitue une maladie et n'en provoque aucune.

***

Enfin, le rapport s'appesantit sur les célèbres gènes létaux, qui engendreraient une mort précoce. De toutes les hypothèses imaginées par une certaine école de génétique, celle des gènes létaux est la plus inconsistante : c'est une vérité première que tout animal qui meurt est victime d'une cause de mort. Ce que l'on peut dire, c'est qu'il existe des œufs dont le développement n'aboutit pas à un fonctionnement viable dans les conditions habituelles. A cet égard, le cas des monstres acardiaques est très expressif. L'absence de formation du cœur, qui les caractérise, n'a rien de pathologique en soi : ces monstres vivent bien, tant qu'un jumeau assure une circulation suffisante. A mesure qu'elle devient insuffisante, la nutrition des tissus s'effectue de plus en plus mal, et des altérations pathologiques s'ensuivent.

La même chose se passe, à un degré moindre, quand le trou de Botal ne se ferme pas. Là aussi intervient un processus embryologique qui n'a rien à voir avec une lésion. Mais la modification circulatoire consécutive diminue l'oxygénation des tissus et rend le métabolisme déficient; tous les tissus s'en ressentent et la mort survient à brève échéance.

Les faits sont clairs. Les expliquerons-nous en imaginant un facteur pathologique, un germe de mort? En principe, le développement donne des tissus et des organes sains, et rien n'autorise pareille hypothèse. Ces morts prématurées ne sont que des cas extrêmes. A quelque moment qu'elle intervienne, la mort est la conséquence de l'évolution individuelle. A ce compte, il faudrait considérer cette évolution comme pathologique, ce qui reviendrait à dire que tout processus évolutif est un processus pathologique : et nous voilà ainsi ramenés à dire que l'hérédité ne comporte aucune épithète.

Au surplus, toutes les anomalies n'ont pas les conséquences de l'absence de cœur ou de la persistance du trou de Botal; un très grand nombre d'entre elles demeurent compatibles avec l'existence dans les conditions habituelles.

Du reste, il faut bien se dire que les anomalies héréditaires sont, *toutes*, et non une partie d'entre elles, des mutations. Dès lors, les assimiler à des maladies reviendrait à faire de l'évolution un processus morbide, ce qui serait absurde.

***

Reste un dernier point, sur lequel le rapport insiste longuement. Il s'agirait d'une nouvelle méthode pour l'étude de l'hérédité, la « méthode des jumeaux ». La comparaison de deux jumeaux univitellins serait, paraît-il, tout spécialement instructive. Les ressemblances entre jumeaux vrais sont, on le sait, fort étroites. Mais en quoi la gémellité est-elle pathologique? et qu'apporte à la génétique la constatation de ces ressemblances? Evidemment rien. Il va de soi que les deux moitiés d'un même œuf — d'une même substance — diffèrent peu l'une de l'autre. Dès lors, ce qui pourrait être instructif — et qui n'a pas été aperçu —, ce sont les dissemblances. Si peu nombreuses soient-elles, elles pourraient indiquer que la segmentation ne donne pas deux blastomères identiques. Cela n'est peut-être pas très nouveau, mais conduit tout de même à se demander ce que deviennent les hypothétiques gènes au cours de la segmentation. Sans doute les généticiens rétorqueront-ils que ces dissemblances sont individuelles et n'ont rien à faire avec la gémellité; il est toujours facile de nier. Au demeurant, la prétendue méthode des jumeaux n'apprend rien; elle permet seulement l'étalage d'une érudition facile.

***

En définitive, si l'on peut dire que le rapport sur l'hérédité des maladies présenté au Congrès de pathologie comparée de 1938 n'aborde pas son objet et mêle les questions en les effleurant à peine, il est au moins en accord avec la conception que son auteur se fait de la science et de la méthode expérimentale : « la hantise de la rigueur dans la démonstration et le souci exagéré, — je serais tenté de dire morbide — de ne pas dépasser la portée des faits positifs, a inhibé toute hardiesse créatrice »[2].

Etienne Rabaud.
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

2. M. Caullery. *Les Conceptions modernes de l'hérédité*, p. 6, 7. Flammarion. Paris, 1935.

LES CRISTAUX UNIQUES EN METALLURGIE

LEUR PRODUCTION ET LEUR UTILISATION DANS L'ETUDE DES DEFORMATIONS

L'examen micrographique des métaux et alliages reconnaît que ces corps sont formés d'un grand nombre de petits cristaux, souvent invisibles à l'œil nu. Cela est dû au fait que, lors du refroidissement d'un métal ou d'un alliage à partir de l'état liquide, la cristallisation s'amorce en un grand nombre de centres, et les cristaux se développent jusqu'à se rencontrer les uns avec les autres. Leurs limites affectent des formes variées, et ils sont orientés tout à fait au hasard. Leur forme et leurs dimensions peuvent être modifiées par des traitements mécaniques, et l'on peut même obtenir par des traitements thermiques ultérieurs une recristallisation, mais le métal qui en résulte est toujours un agrégat de petits éléments. Les propriétés des métaux et alliages dépendront donc de deux facteurs : *a*) des propriétés du cristal, dans lequel les atomes sont régulièrement répartis suivant des lois qui dépendent de la symétrie du métal; *b*) des joints des cristaux où l'orientation de la matière subit une brusque discontinuité.

Le cristal est donc l'élément de construction de tous les métaux et alliages, et il est inutile d'insister sur l'intérêt que présente l'étude de toutes ses propriétés. Pour pouvoir entreprendre cette étude, il est nécessaire d'avoir à sa disposition des cristaux de dimensions suffisantes pour que l'expérimentation directe puisse s'appliquer sans difficulté sur un seul d'entre eux, c'est-à-dire, sur le cristal unique.

Production des cristaux uniques.

On peut obtenir des cristaux uniques de deux façons : soit directement à partir de l'état liquide, en refroidissant lentement le métal dans des conditions telles qu'un seul cristal puisse se développer, soit en transformant, par des traitements mécaniques et thermiques appropriés, les nombreux petits cristaux qui constituent un métal ordinaire en un cristal unique. Nous étudierons successivement les réalisations de ces deux méthodes.

Production des cristaux uniques directement à partir de l'état liquide. — En 1880, TSCHERNOFF découvrit dans la tête d'un gros lingot un cristal de fer qui avait une longueur de 15 cm. Ce cristal s'était développé trop rapidement le long de ses axes cristallographiques pour pouvoir être « nourri » par le liquide; c'était un squelette cristallin en forme de branche de pin. D'autres exemples accidentels, comme ceux décrits par OSMOND et CARTAUD, prouvèrent que de gros cristaux peuvent fort bien se développer à partir du liquide, pourvu que les conditions favorables soient réalisées.

C'est CZOCHRALSKI (1) qui semble avoir été le premier à résoudre ce problème en 1918. Il prépara de longs fils fins (0,5 mm. de diamètre) unicristallins, en retirant du métal fondu à une vitesse déterminée une tige de silice qui entraînait avec elle le métal. Il appliqua cette méthode avec succès à l'étain, au plomb et à l'antimoine. Plusieurs expérimentateurs la perfectionnèrent, en particulier, BRIDGMAN (2) obtint avec l'antimoine, le bismuth, le cadmium, le zinc et l'étain, des cristaux de 2,2 cm. de diamètre en opérant ainsi : un four électrique tubulaire vertical est maintenu à une température légèrement supérieure (50°) au point de fusion du métal. A l'intérieur de ce four est placé un tube de verre pyrex ou de quartz, qui renferme le métal liquide, et que l'on sort du four vers le bas très lentement (à la vitesse de 4 mm. par heure) dans l'air ou dans un bain d'huile. La solidification s'amorce à l'extrémité du tube, et se développe le long de son axe. Si la vitesse de déplacement du tube est inférieure à la vitesse de cristallisation, et assez faible pour que la chaleur de solidification soit dissipée par conductibilité, on obtient en général un seul cristal, pourvu qu'un seul germe de cristallisation se forme au fond du tube. Il est intéressant de remarquer que cette méthode a donné de bons résultats avec des métaux tels que l'antimoine et l'étain qui subissent des transformations polymorphiques à l'état solide; cela prouve qu'en passant par ce point de transformation, le phénomène qui a lieu à la solidification se répète.

Ce qui est le plus difficile dans la réalisation de cette méthode, c'est d'empêcher la naissance de plusieurs germes de solidification à l'extrémité du tube. L'expérience montre qu'il y a des orientations du cristal particulièrement favorables à son développement, à savoir lorsqu'un plan de glissement ou de clivage est parallèle à l'axe du tube, ce qui limite déjà le nombre des germes qui ont des chances de donner des cristaux. Pour augmenter les chances de succès, BRIDGMAN recommande de relier l'extrémité du tube à sa partie principale par un capillaire de 0,1 mm. de diamètre

(fig. 1) qui agit comme un véritable filtre et ne permet qu'à un seul des cristaux qui ont pu se former de pénétrer dans la chambre principale.

Une fois la solidification amorcée, il faut encore éviter que de nouveaux germes n'apparaissent, ce qui est relativement facile. Les parois du tube doivent être exemptes de poussières, en particulier, de petites particules d'oxydes. Comme on ne peut éviter que le métal utilisé ne contienne des oxydes, pour le purifier, on le fond dans une antichambre « A » qui précède le tube proprement dit, et en est séparée par un étroit capillaire qui filtre les poussières. De plus, on fait le vide à l'intérieur du tube, par l'extrémité « B », qui reste pendant la durée de l'opération branchée sur une pompe. Enfin, diverses précautions sont nécessaires, sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre ici (bien choisir le dessin du tube, pour que la température varie uniformément — dégazer le métal fondu pour avoir un cristal exempt de soufflures — éviter les courants d'air sur le tube qui émerge du four, etc.). Lorsque le métal est complètement solidifié, on sacrifie naturellement le tube, et on sort le cristal avec beaucoup de précaution pour ne pas l'écrouir.



Fig. I. — Tube utilisé par Bridgman pour la production des cristaux uniques directement à partir du liquide.

Production des cristaux uniques par recristallisation. — Divers expérimentateurs ont étudié l'influence d'une déformation permanente suivie d'un réchauffage sur la structure des métaux. Les principaux résultats acquis peuvent se résumer ainsi : le premier effet de la déformation est révélé par la présence de slip-bands ou de macles, qui disparaissent au réchauffage, les premiers complètement, les seconds dans une certaine mesure, sans que la forme et les dimensions des cristaux soient modifiées. Après une déformation plus importante, de gros cristaux se développent pendant le réchauffage ultérieur. La recristallisation s'amorce en un point quelconque, et le cristal en croissance envahit les autres cristaux, en leur imposant son orientation. Carpenter et Elam (3) purent photographier ce phénomène dans le cas d'un alliage d'étain et d'antimoine riche en étain. Après une déformation encore plus accentuée, la recristallisation s'amorce presque exclusivement aux joints des grains en de nombreux points, et il en résulte un affinage de la structure.

C'est donc la déformation intermédiaire ou *déformation critique* qui est importante en ce qui concerne la production des gros cristaux. Lorsqu'elle a été bien déterminée, il faut encore réchauffer le métal à une température suffisante pendant un minimum de temps.

Carpenter et Elam (4) en utilisant ces résultats, essayèrent de convertir une éprouvette plate d'aluminium de $100 \times 20 \times 3$ mm. en un seul cristal. Le calcul montre que le nombre de cristaux contenus dans cette éprouvette était d'environ 1.687.000. Après plusieurs mois de recherches, ils réussirent en opérant ainsi : après un usinage soigné, l'éprouvette est d'abord recuite 6 heures à 550° C. Ce traitement a pour but de détruire toute trace d'écrouissage, et d'obtenir des petits cristaux aussi équiaxes que possible. Puis elle est soumise à un effort de traction de 3,9 kg/mm² qui produit un allongement permanent de 1,6 % (calculé sur une longueur de 7,5 cm.) et recuite à 450°, avec élévation de la température de 25° par jour jusqu'à 550°, enfin 1 heure à 600° pour compléter l'absorption des petits cristaux à sa surface. Cette méthode donne en moyenne un cristal unique sur 4 éprouvettes, et la durée de l'opération est de 100 heures. Le point délicat est la détermination de l'effort optimum qui doit être faite pour chaque coulée, même si la composition chimique du métal est sensiblement constante.

Le même procédé peut être appliqué à des éprouvettes cylindriques, et Carpenter et Elam ont pu ainsi convertir en un cristal unique une éprouvette de 14,1 mm. de diamètre et de 225 mm. de long, qui contenait initialement 7.000.000 de cristaux. Mais ils échouèrent en utilisant des éprouvettes de section carrée, qui ne se déforment pas uniformément, et dans lesquelles, au recuit, des cristaux croissent à partir des angles et se rencontrent vers le centre. Ils montrèrent également que par compression et recuit d'une éprouvette polycristalline on peut obtenir également de gros cristaux, de sorte que le mode de déformation est sans importance.

Cette méthode fut appliquée à d'autres métaux, en particulier au fer, par Edwards et Pfeil (5), qui réussirent à obtenir de gros cristaux de ce métal, à condition qu'il soit exempt de carbone (la déformation optimum est de 3,25 %, et la température de recuit de 880°), au tungstène par Goucher (6), qui prépara des fils unicristallins de ce métal, etc., et à des alliages, en particulier, aux alliages aluminium-zinc, par Carpenter et Elam.

Une fois l'éprouvette obtenue, on se rend compte facilement si elle est bien monocristalline en l'éclairant par un faisceau intense de lumière parallèle : la surface convenablement attaquée s'il-

lumine tout entière pour une orientation particulière par rapport à la direction de la lumière incidente, alors que si elle est constituée de plusieurs cristaux, ceux-ci s'illuminent séparément les uns après les autres lorsqu'on change son orientation. Pour déterminer l'orientation cristallographique, plusieurs méthodes rapides ont été indiquées, en particulier par Bridgman (2); la plus précise est évidemment celle qui utilise la diffraction par les rayons X.

Etude des déformations sur le cristal unique.

Déformation élastique. — L'étude des déformations sur le cristal unique s'effectue en général par traction sur une éprouvette cylindrique monocristalline. Lorsqu'une telle éprouvette est soumise à un effort de traction, elle se déforme. Si l'effort exercé est suffisamment faible, elle reprend sa forme primitive après cessation de l'effort : la déformation est élastique. L'expérience prouve que cette déformation est proportionnelle à la tension unitaire (Loi de Hooke).

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E}\frac{F}{S}$$

l = longueur initiale de l'éprouvette;
F = effort total;
S = section de l'échantillon normal à F;
E = module d'élasticité à la traction.

La courbe représentative de la déformation en fonction de la tension est une droite. La déformation élastique est une déformation homogène et réversible du réseau, et correspond à un déplacement élastique des atomes; elle n'entraîne aucune dislocation du réseau cristallin. Les diagrammes de diffraction des rayons X obtenus sur un cristal soumis à une déformation élastique accusent seulement un allongement des taches de Laue et une diminution de la netteté des différentes raies du spectre due à l'existence de tensions internes.

La valeur de la déformation élastique correspondant à un effort déterminé varie considérablement avec l'orientation du cristal par rapport à la direction de l'effort. Cette anisotropie cristalline dépend de la symétrie du réseau cristallin, suivant des lois qui ont été données par Voigt (7). Ces lois restent complexes même pour les métaux qui cristallisent dans le système cubique et dont le module dépend de trois constantes alors qu'il faut cinq constantes pour déterminer celui des métaux appartenant au système hexagonal. Les valeurs de ces constantes ont été déterminées pour différents métaux par Schmid, Bridgman, Gruneisen et Goens, etc. La compressibilité linéaire, au contraire (variation de longueur d'une éprouvette cylindrique sous l'influence de pressions s'exerçant dans tous les sens) est, comme la résistance électrique et le coefficient de dilatation, la même dans toutes les directions pour les métaux qui cristallisent dans le système cubique, et ne dépend que de deux constantes pour ceux du type hexagonal (valeurs dans la direction de l'axe principal et dans une direction rectangulaire quelconque). Sa valeur a été déterminée par Bridgman (8) pour un certain nombre de métaux.

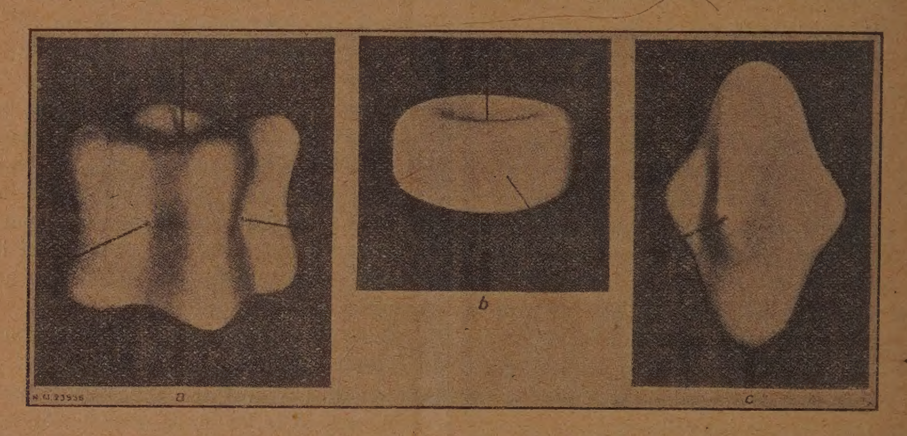


Fig. 2. — Représentation du module d'élasticité des cristaux métalliques. — *a*) Fer alpha (cubique); *b*) Zinc hexagonal ; *c*) Etain tétragonal.

Nous ne pouvons développer ici les calculs de Voigt; nous donnerons seulement dans le tableau I les maximum et minimum des modules d'élasticité de quelques métaux, et les représentations spatiales du module du fer, du zinc et de l'étain données par Schmid (9) (fig. 2 *abc*). Le tungstène est le seul métal qui se montre élastiquement isotrope; l'aluminium l'est de façon

approximative. Pour le fer, le maximum du module d'élasticité est déjà plus du double du minimum; il est presque triple pour le cuivre. On observe des différences encore plus grandes dans les métaux de symétrie inférieure (Zn, Cd, Sn). Parallèlement à l'axe du système hexagonal, l'allongement élastique est environ 4 fois plus grand que dans le sens perpendiculaire. Nous verrons plus loin l'importance de ces données pour expliquer les résultats obtenus sur des échantillons de métaux polycristallins ,et notamment l'influence de la « texture » créée par écrouissage sur le module d'élasticité global.

TABLEAU I

MÉTAL	E maximum		E minimum	
	Kg / mm²	Orientation	Kg / mm²	Orientation
Aluminium	7.700	[111]	6.400	[100]
Cuivre	19.400	[111]	6.800	[100]
Argent	11.700	[111]	4.400	[100]
Or	11.400	[111]	4.200	[100]
Fer α	29.000	[111]	13.500	[100]
Tungstène	40.000	[111]	40.000	[100]
Magnésium	5.140	0° (1)	4.370	53°,3
Zinc	12 630	70°,2	3.560	0°
Cadmium	8.300	90°	2.880	0°
Etain B	8.640	[001]	2.680	[110]

(1) Angle sur l'axe de l'hexagone.

Déformation plastique. — Si l'effort de traction croît au delà d'une certaine valeur, d'ailleurs fonction de la sensibilité des méthodes de mesure, le cristal ne reprend plus sa forme initiale après suppression de l'effort : la déformation est permanente ou plastique. L'expérience prouve que cette déformation se produit suivant deux mécanismes principaux : soit par glissement, soit par macle.

Déformation par glissement. — Au fur et à mesure de la déformation, le cristal se contracte suivant une seule direction, et se transforme progressivement en une bande plate, dont les sections droites sont des ellipses de plus en plus aplaties à mesure que le fil s'allonge. Si l'on examine la surface de l'éprouvette au cours de la déformation, on voit apparaître successivement des stries indiquant un glissement de la matière par couches parallèles. Le phénomène de la déformation plastique n'est donc pas continu, il consiste en un grand nombre de petits glissements qui prennent naissance successivement et se propagent au travers du cristal. Si la vitesse de déformation est suffisamment lente, on perçoit d'ailleurs des petits bruits qui se suivent à intervalles réguliers, et qui accompagnent chacun de ces glissements. La fréquence de ces bruits croît à peu près proportionnellement à l'excès de l'effort exercé sur la limite élastique. Comme la limite élastique s'élève à mesure que la déformation augmente, la fréquence des sauts diminue peu à peu quand l'effort exercé demeure constant, et finit par s'annuler quand la déformation s'arrête.

Cet arrêt de la déformation est dû à une augmentation de la résistance au glissement. En réalité, le phénomène du glissement n'est pas une translation pure, il est accompagné d'une légère distorsion des plans réticulaires qui se révèle à l'examen des diagrammes de rayons X par un allongement caractéristique des taches de Laüe. L'entrée en jeu de nouveaux plans de glissement,

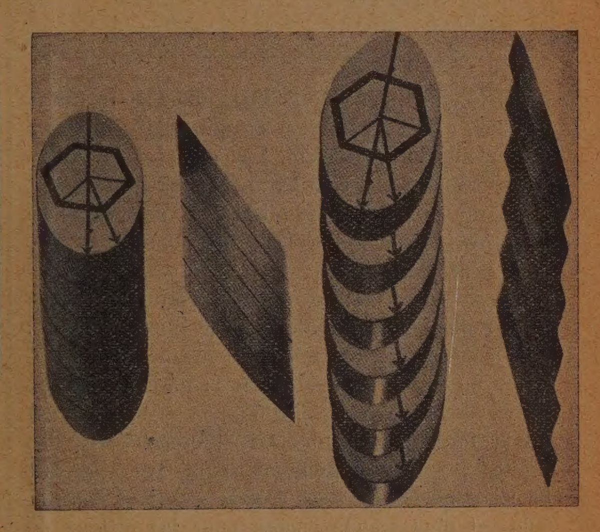


Fig. 3. — Schéma de la translation des cristaux (cristal du type hexagonal).

parallèles aux précédents, et correspondant à un allongement supplémentaire du cristal, nécessite un accroissement de l'effort exercé. Si celui-ci croît au delà d'une certaine limite, il y a rupture.

Les plans et directions de glissement ont pu être déterminés par diffraction des rayons X pour divers métaux. Ce sont en général les plans et les rangées de grande densité atomique du cristal, ainsi que le montre le tableau II donné par Schmid (9). Lorsque le glissement ne se produit que suivant un plan et une direction déterminés, c'est un *glissement simple*. On peut citer comme exemple le zinc, qui cristallise dans le système hexagonal compact. Le plan de glissement est parallèle à la base du prisme élémentaire, et la direction du glissement dans ce plan est celle de la diagonale de l'hexagone. La figure 3 schématise le phénomène. Mais, bien souvent, plusieurs plans et plusieurs directions peuvent être également ou non privilégiés, comme dans le cas

TABLEAU II

MÉTAL	Type de réseau	Plans de glissement	Direction de glissement	Plans de clivage
Aluminium				—
Cuivre.....	cubique			—
Argent.....	à face	(111)	[101]	—
Or.........	centrée			—
Nickel.....				—
Plomb.....				—
Fer α	cubique	(123)	[111]	
Tungstène..	centré	(112)	[111]	(100)
Magnésium.	Hexagonal			
Zinc.......	compact	(0001)	[1120]	(0001)
Cadmium..				
Antimoine.	Rhomboë-			
Bismuth...	drique	(111)	[101]	(111)

de l'aluminium, qui cristallise dans le système cubique à faces centrées, et qui a 12 systèmes équivalents de glissement. Les plans et les directions de glissement sont parallèles aux faces et aux arêtes de l'octaèdre. Le glissement peut alors se produire suivant plusieurs directions; c'est un *glissement multiple.*

L'expérience montre que la limite élastique n'est nullement constante dans le cristal unique : elle dépend au contraire beaucoup de l'orientation du cristal, c'est-à-dire de la position des éléments de glissements par rapport à la direction de la force déformante. La différence entre les limites maxima et minima atteint, par exemple, 85 % dons les cristaux cubiques à face centrée. Elle est plus grande encore pour les métaux de réseau hexagonal; ainsi dans le magnésium, le cristal le plus défavorablement orienté pour l'allongement, possède une limite élastique 40 fois plus grande que celle du cristal dont les éléments

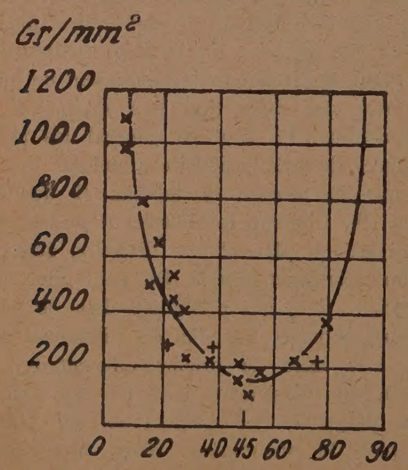


Fig. 4. — Variation de la limite élastique d'un cristal unique de zinc avec l'orientation.

TABLEAU III

MÉTAL	Degré de pureté %	Tension critique de cisaillement t_0 Gr. mm/²
Cuivre.........	99.90	100
Argent.........	99.99	60
Or.............	99.99	92
Nickel.........	99.80	580
Magnésium......	99.95	83
Zinc...........	99.96	94
Cadmium........	99.996	58
Etain..........	99.99	133
Bismuth........	99.90	221

de translation ont l'orientation la plus favorable. La figure 4 montre la variation de la limite élastique avec l'orientation du cristal dans le cas du zinc. On voit qu'elle est minimum lorsque le plan de base est à 45° de la direction de l'effort. La relation qui existe entre la limite élastique et l'orientation du réseau est donnée par la loi de SCHMID qui s'énonce ainsi : le début de la grande plasticité est atteint lorsque la tension de glissement (composante de l'effort unitaire suivant la direction du glissement) dépasse une valeur critique t_0 appelée *tension critique de cisaillement.* Le tableau III donne d'après SCHMID (9) les valeurs de cette tension critique pour différents

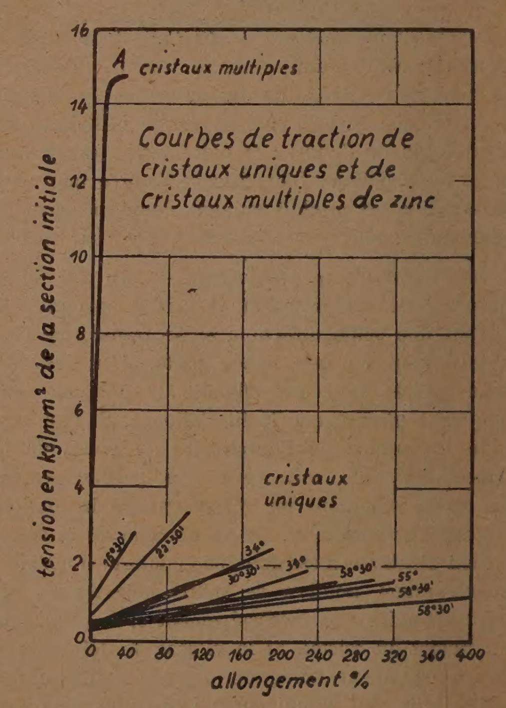


Fig. 5. — Zinc.
Courbes de traction des cristaux uniques et d'éléments polycristallins.

métaux. Ces valeurs sont bien inférieures aux charges de limite élastique déterminées sur éprouvettes polycristallines qui s'expriment en kg/mm².

De même que la limite élastique, la courbe tension-déformation dépend également de l'orientation. Les figures 5 et 6 montrent les résultats obtenus pour le zinc par SCHMID, et pour l'aluminium d'après KARNOP et SACHS. Mais, de même que la multiplicité des limites élastiques peut être remplacée par *une* constante — la tension critique de cisaillement —, de même la multiplicité des

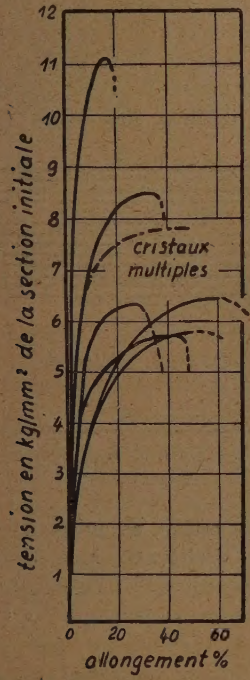


Fig. 6. — Aluminium (d'après Karnop et Sachs). Courbes de traction de cristaux uniques et d'éléments polycristallins.

courbes de déformation peut être remplacée par *une* seule courbe. Cette courbe caractéristique donne la tension de cisaillement agissant dans la direction de glissement en fonction du déplacement relatif de deux plans de glissement distants d'un intervalle égal à l'unité. La figure 7 donne les courbes caractéristiques de plusieurs métaux. Elle met en évidence l'aptitude au glissement meilleure des surfaces uniques de translation du cristal hexagonal et des deux systèmes principaux de translation de l'étain tétragonal.

Dans le cas du glissement simple, le maintien de l'axe de l'éprouvette dans la direction de l'effort entraîne une rotation du cristal par rapport à cet axe, le plan et la direction de glissement tendant à s'orienter parallèlement à la direction de

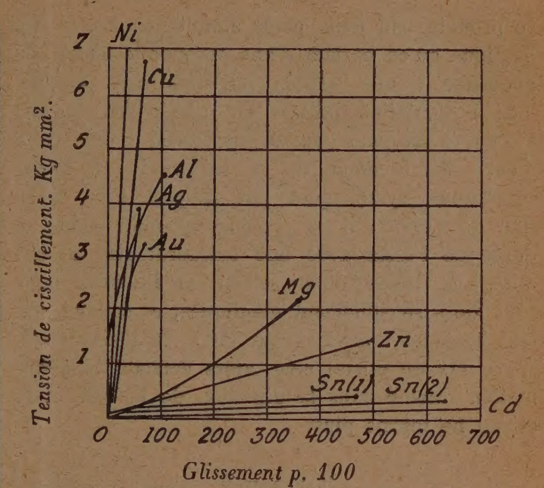


Fig. 7. — Courbes caractéristiques de quelques métaux (d'après Schmid). Coordonnées cristallographiques.

la traction (fig. 3). Il s'ensuit, au voisinage des extrémités de l'éprouvette, une courbure des couches cristallines. La tension de cisaillement varie donc au cours de la déformation, malgré cela, si l'effort reste constant, la déformation s'arrête, parce que la tension critique de cisaillement augmente avec la déformation.

TABLEAU IV

MÉTAL	Plan de rupture	Température °C	Tension critique n₀ Gr. /mm²
Zinc (0.03 % Cd)	(0001)	— 185	200
Zinc (0.13 % Cd)	(1010)	— 185	300
Zinc (0.53 % Cd)	(0001)	— 185	1200
Bismuth	(111)	+ 20	324
Antimoine	(111)	+ 20	660
Tellure	(1010)	+ 20	430

Dans le cas du glissement multiple, le phénomène est plus complexe. Il a été étudié en détail par TAYLOR et ELAM (10) dans le cas de l'aluminium. L'expérience montre, en accord avec la loi de SCHMID, que le glissement commence sur le plan et dans la direction où la tension de cisaillement est maximum. Connaissant l'orientation du cristal, par rapport à la direction de l'effort, on peut donc prédire le plan sur lequel le glissement va se produire. Lorsque le cristal tourne par rapport à l'axe de l'éprouvette pendant la déformation, il arrive un moment où un autre plan octaédral se présente avec une inclinaison convenable, c'est-à-dire, telle, que la tension de glissement sur ce plan atteint la valeur de la tension critique de cisaillement; le glissement peut alors

se produire sur deux plans simultanément, ce qui explique qu'en partant d'une éprouvette ronde, on aboutisse à une section elliptique très aplatie.

Si l'orientation initiale du cristal par rapport à l'effort est telle que le glissement double commence dès le début de la déformation (2 plans octaédraux symétriques par rapport à la direction de l'effort) il se prolonge pendant toute la durée de l'essai avec une extraordinaire uniformité. Les vitesses de glissement sur les deux plans sont alors sensiblement identiques, et ceux-ci restent également inclinés sur l'axe de l'éprouvette. L'axe 112 du cristal reste alors pendant la déformation orienté dans la direction de l'effort, et le cristal ne tourne plus.

Tableau V

MÉTAL	E kg. mm/²
Aluminium	7.500
Cuivre	12.500
Argent	8.000
Or	8.000
Fer α	22.000
Tungstène	40.000
Magnésium	4.500
Zinc	8.000
Etain	4 000

Tout ce que nous venons de dire est relatif aux déformations par traction. Dans le cas de la compression, le mécanisme de la déformation est analogue; pendant le glissement simple, les plans de glissement tendent à s'orienter perpendiculairement à la direction de la compression.

A l'essai de compression se rattache l'essai de dureté à la bille de Brinell, qui peut être considéré comme une compression en milieu infini. L'empreinte obtenue sur un cristal unique n'est jamais ronde; c'est un carré dont les coins sont arrondis. Si l'échantillon de métal soumis à cet essai comporte plusieurs cristaux de grosseur suffisante pour qu'une empreinte n'intéresse qu'un seul d'entre eux, on reconnaît que l'orientation de l'empreinte varie d'un grain à l'autre, ce qui correspond aux différentes orientations des cristaux eux-mêmes. Cet essai très simple montre bien que les cristaux ne sont pas mécaniquement isotropes, et s'écoulent plus facilement suivant certains plans, dont la position *ne dépend que de l'orientation de leur réseau.*

Déformation par macle. — Ce mode de déformation passe au second plan pour les métaux du type cubique, mais joue un rôle important dans le cas de ceux qui cristallisent dans le système hexagonal ou tétragonal. En particulier, le crissement qu'on peut entendre quand on plie des échantillons d'étain polycristallins, et qui est connu sous le nom de « cri de l'étain », est produit par des phénomènes de rabattement qui ont lieu au cours de la formation de macles. La figure 8 montre la géométrie du phénomène, qui consiste en une série de translations parallèles à un plan et proportionnelles à la distance à ce plan. La subdivision de cristaux par formation de macles est appelée : congémination mécanique. Au moment de la formation d'une macle, la charge diminue brusquement, et l'allongement subit une augmentation brusque. Il se produit une déformation et un changement d'orientation du réseau, modifiant la position des plans de glissement

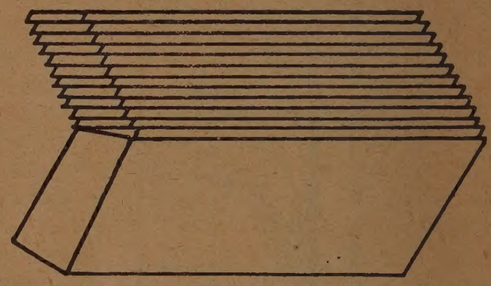


Fig. 8. — Schéma de la formation d'une macle dans un cristal.

d'une partie du cristal, ce qui peut influer sur les déformations ultérieures. Malgré de nombreux efforts, on n'a pu jusqu'ici reconnaître avec sûreté la loi déterminant le début de la congémination mécanique.

Rupture de l'éprouvette. — Si l'on augmente suffisamment l'effort exercé, on provoque la rupture de l'éprouvette. A la température ordinaire, la cassure des cristaux métalliques ne se produit pas, en général, suivant une orientation cristallographique déterminée, mais suivant une surface irrégulière et mal définie.

A basse température, la cassure se produit brusquement, suivant des plans bien définis au point de vue cristallographique, et elle n'est accompagnée que d'une déformation plastique peu importante. Le tableau II donne l'orientation des plans de clivage pour différents systèmes cristallins. Ces plans sont, en général, différents des plans de glissement, mais ce sont aussi des plans de grande densité atomique. Dans ce cas, la loi de Sohnke indique que la rupture du cristal se produit quand la tension normale au plan de la cassure atteint une valeur critique bien déterminée n_0. Le tableau IV donne les valeurs de n_0

pour différents métaux. Ces valeurs sont bien inférieures aux charges de rupture correspondant à des éprouvettes polycristallines qui s'expriment en kg/mm².

En général, en raison de la complexité des phénomènes qui interviennent au moment de la rupture, on ne connaît pas de relation simple entre l'effort appliqué et la rupture. Les rayons X montrent que la cassure entraîne une déformation importante du réseau cristallin, ainsi qu'une division du cristal en très fines particules.

La plus remarquable propriété des cristaux uniques est leur grande capacité de déformation, qui est due à la régularité de leur structure. C'est ainsi que l'allongement avant rupture d'un cristal de zinc peut atteindre 620 % pour l'orientation la plus favorable (axe de l'hexagone élémentaire incliné à 45° sur la direction de l'effort); celui d'un cristal d'aluminium est supérieur à 85 %, alors qu'une éprouvette polycristalline du même métal ne s'allongerait que de 35 % C'est une des raisons pour laquelle les cristaux uniques se prêtent si bien à l'étude des déformations.

Cette grande capacité de déformation qui est un des caractères principaux de l'état métallique, a des conséquences importantes au point de vue pratique. On peut, par laminage, réduire de 93 % l'épaisseur d'une tôle monocristalline sans aucun recuit intermédiaire, et le produit obtenu, quoique durci, est encore parfaitement malléable. L'étirage, travail mécanique très sévère, permet de réduire le diamètre d'un fil mono-cristallin de 15 à 0,5 mm; et le métal reste ductile.

Explication des propriétés des produits techniques à cristaux multiples par les propriétés des cristaux uniques.

A moins qu'il ne s'agisse d'une propriété indépendante de l'orientation, la compréhension des propriétés d'une pièce technique ne peut s'acquérir que par la connaissance de la façon dont se comporte le cristal unique et de la disposition des cristaux dans le métal polycristallin, c'est-à-dire de la texture.

Une éprouvette polycristalline dans laquelle l'orientation des cristaux est irrégulière et statistique se comporte comme une matière élastiquement isotrope. La valeur du module d'élasticité obtenue est intermédiaire entre les modules maximum et minimum du cristal unique, comme on le voit sur le tableau V et Bruggeman (11) a montré qu'on peut la calculer avec une bonne approximation à partir de ces deux modules extrêmes.

Dans un métal écroui, au contraire, l'orientation des cristaux n'est plus irrégulière, et en général, des différences très nettes apparaissent dans les diverses orientations. Le phénomène est particulièrement net pour le fer et le cuivre (fig. 9) en raison de la forte anisotropie élastique de ces deux métaux (voir tableau I).

En ce qui concerne la déformation plastique, il est intéressant de noter que lorsqu'on déforme un métal polycristallin jusqu'à la rupture, la cassure passe le plus souvent à travers les grains, et non à leur limite (expérience de Polanyi). Il semble donc que les joints soient plus résistants que les cristuax eux-mêmes, et que ce soit le

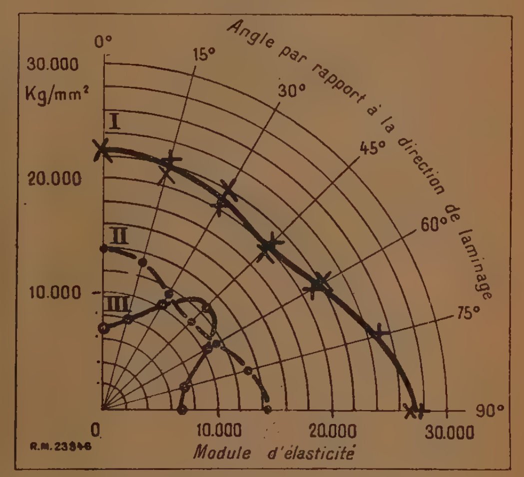


Fig. 9. — Module d'élasticité des tôles en fonction de la direction par rapport au sens de laminage ; I) fer, laminé à froid, d'après E. Gœns et E. Schmid ; II) cuivre, laminé à froid, d'après J. Weerts ; III) cuivre recristallisé, d'après J. Weerts.

cristal qui joue le rôle le plus important dans la déformation. Les chiffres obtenus sur des éprouvettes polycristallines pour la limite élastique par exemple, ou la résistance, sont toujours d'un ordre de grandeur bien supérieur à ceux que l'on obtient sur les cristaux uniques. On trouve l'explication de ce fait en observant les phénomènes auxquels un grain isolé se trouve exposé quand on soumet à un allongement un métal polycristallin. Le processus idéal de la translation représenté sur la figure 3 ne peut avoir lieu sans être gêné par les liaisons avec les grains voisins. Les glissements qui pourraient se produire dans chaque cristal suivant des directions tout à fait différentes se contrarient les uns les autres, de sorte que la limite élastique de l'ensemble se trouve augmentée. En réalité, le phénomène est complexe, comme le montrent les figures 5 et 6, sur lesquelles on a réuni, pour le zinc et l'aluminium, les courbes donnant l'allongement en fonction de l'effort

exercé pour des cristaux uniques, correspondant à diverses orientations du réseau, et les courbes obtenues avec des éprouvettes polycristallines. Tandis que pour l'aluminium la courbe correspondant

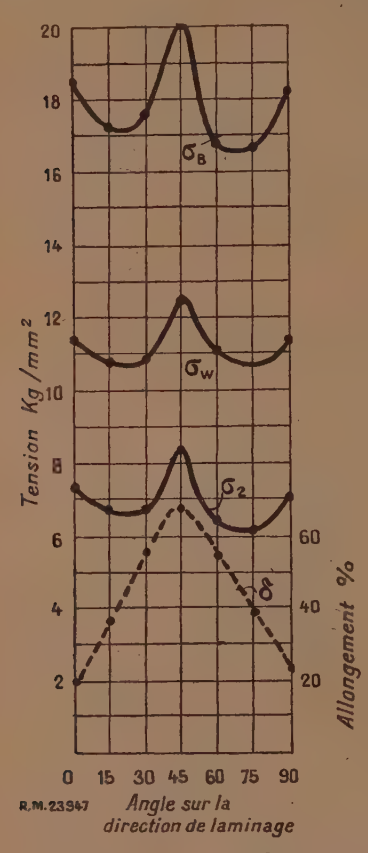


Fig. 10. — Anisotropie des propriétés de résistance statique et dynamique de feuilles de cuivre recuites (d'après W. Fahrenhorst, K. Matthaes et E. Schmid. — σ_0 ; 2, limite apparente d'élasticité ; σ_B, résistance à la traction ; δ, allongement proportionnel ; σ_W, résistance à la flexion alternée (limite 10^6).

aux cristaux multiples se trouve intercalée dans le faisceau de celles correspondant aux cristaux uniques, dans le cas du zinc, et aussi dans celui du magnésium étudié par Schmid, le tracé de la courbe se trouve dans une région qui correspond à des contraintes beaucoup plus élevées, l'allongement restant en même temps bien inférieur à celui qu'on observe généralement sur les cristaux uniques. Ceci provient de ce que le cristal cubique, avec ses nombreux plans de glissement, se prête beaucoup mieux aux liaisons avec les grains voisins que le cristal du type hexagonal, avec son plan de glissement correspondant à la base du système. En résumé, on voit qu'il est difficile en général de prévoir la résistance des métaux polycristallins d'après les propriétés des cristaux uniques, et encore plus de la calculer.

Néanmoins, même à ce point de vue, l'étude des déformations plastiques sur les cristaux uniques est instructive, car elle permet d'expliquer l'influence de la texture sur les propriétés mécaniques. La figure 10 montre que la limite élastique (0,2 % d'allongement), la résistance à la traction et l'allongement d'une tôle de cuivre recristallisée dépendent notablement de l'orientation.

Léon Guillet fils,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Répétiteur à l'Ecole Centrale.

BIBLIOGRAPHIE

1. Czochralski : Ein neues Verfahren zur Messung der Kristallisation geschwindigkeit der Metalle. *Z. Physik Chem.*, 1918, 92, p. 219, 221.
2. Bridgman : Certain Physical Properties of Single Crystals of Tungsten, Antimony, Bismuth, Tellurium ; Cadmium, Zinc and Tin. *Proc. Amer. Acad. Sc.*, 1925, 69, p. 305-383.
3. Carpenter et Elam : Crystal Growth and Recrystallization in Metals *J. Inst. Metals*, 1920, 24, p. 83-131.
4. Carpenter et Elam : The Production of Single Crystals of Aluminium and their Tensile Properties. *Proc. Roy. Soc.*, 1921, [A], 100, p. 329-333.
5. Edwards et Pfeil : The Production of Large Crystals by Annealing Strained Iron. *J. Iron Steel Inst.*, 1924, 109, p. 129-147.
6. Goucher : On the Strength of Tungsten Single Crystals and its Variation with Temperature, *Phil. Mag.*, 1924, 112, p. 111-112.
7. W. Voigt : Lehrbuch der Kristallphystk. Principes Théoriques.
8. Bridgman : The compressibility of thirty metals as a function of Pressure and temperature. *Proc. Amer. Acad. Sc.*, 1923, 58, p. 165-242.
9. E. Schmid et W. Boas : Kristallplastizitat mit besonderer Beruckchtigung der Metalle. Berlin, 1935.
10. Taylor et Elam : The plastic extension and fracture of aluminium crystals. *Proc. Roy. Soc.*, 1925 [A], 108. p. 28-51.
11. D. A. Bruggeman : Calcul des propriétés élastiques des cristaux multiples sur la base des qualités du cristal unique et de la texture. *Zs. f. Phys.*, 1934, 92, p. 561.
12. M. P. Malaval et M. P. Bernard : La Physique des Métaux. Paris, Imprimerie Nationale, 1938.

LES MUTATIONS D'ESPÈCES VÉGÉTALES DE BLAKESLEE CONSIDÉRÉES AU POINT DE VUE DE L'ALLURE DU DÉVELOPPEMENT

Les mutations expérimentales d'espèces végétales, obtenues en grand nombre et pour ainsi dire à volonté par le professeur Albert F. Blakeslee, chef de la section de Génétique de l'Institut de Carnegie des Etats-Unis et par ses élèves, ont été véritablement sensationnelles et elles ont eu, à juste titre, un retentissement considérable. Elles nous prouvent d'une façon péremptoire et désormais incontestable qu'un caractère acquis (un dédoublement du nombre de chromosomes) obtenu par l'action physico-chimique d'une solution de colchicine, peut devenir parfaitement héréditaire car il s'observe imperturbablement, par la suite, chez tous les descendants, sans intervention nouvelle. Et comme ce dédoublement de chromosomes réalise une mutation d'espèce, on peut dire que la méthode de Blakeslee permet la création, à volonté, d'espèces végétales nouvelles : il ne s'agit pas de grandes espèces, mais d'espèces élémentaires toutes semblables à celles observées et étudiées naguère par Jordan, de Vries, Blaringhem et leurs disciples.

C'est le 13 septembre 1937 que Blakeslee fit un exposé de ces premières découvertes expérimentales devant l'Académie des Sciences de Paris, sous le titre significatif : *Dédoublement du nombre de chromosomes chez les plantes par traitement chimique* ». Son sujet de choix fut primitivement le *Datura stromonium*; mais bientôt, le traitement à la Colchicine étant devenu un procédé des plus pratiques, le professeur américain et ses élèves ont multiplié leurs expériences sur un grand nombre d'espèces végétales, et ils ont obtenu des résultats identiques, non seulement chez plusieurs variétés de *Datura*, mais chez *Portulaca* (deux espèces), *Digitalis, Trifolium, Médicago, Raphanus, Hordeum, Zea, Cosmos* (deux espèces), *Phlox, Stellaria, Nicotiana, Mirabilis, Tropoeolum, Cheiranthus, Cucurbita* et *Allium*.

Voici en quoi consiste le procédé à la Colchicine : avant de semer les graines, on les immerge dans une solution de Colchicine à 0,2 ou 4 %, pendant 24 heures; ou bien on applique la solution goutte à goutte sur chaque bourgeon, ou bien encore, on arrose complètement la plante. Le premier effet du traitement est d'arrêter la croissance et de provoquer la formation de tissus mixtes dont les cellules renferment les unes le nombre normal de chromosomes et les autres le double. Finalement, on obtient des individus dont toutes du zygote), et cette particularité de toute importes cellules sont tétraploïdes (le dédoublement des chromosomes ne se produit qu'après la formation tance, est dès lors complètement acquise et elle se transmet fidèlement et imperturbablement de génération en génération, sans aucun retour à la diploïdie. En opérant de la sorte, Blakeslee avait pu obtenir, dès 1937, plus d'une centaine de ces mutations.

Or, ce dédoublement des chromosomes est toujours accompagné de caractères corrélatifs qui, pour être moins précis, moins saillants, moins mathématiques, n'en sont pas moins des caractéristiques de la nouvelle plante. Celle-ci, dans son ensemble, est plus richement dotée que son espèce mère : sa tige, ses feuilles, ses fleurs, ses fruits sont plus robustes, plus grands et comme plus achevés et, fait remarquable, ils mettent plus de temps à croître et à se développer, ils sont plus tardifs, *l'allure du développement est manifestement plus lente* et cela au point qu'une plante annuelle donne naissance à une plante bisannuelle ou même vivace[1].

De tels détails n'ont certes pas échappé à la clairvoyance aiguë des généticiens américains et ils les ont consignés; mais orientés depuis longtemps dans l'étude de plus en plus approfondie des événements de la vie cellulaire proprement dite, ils ont été frappés, avant tout, de ce dédoublement des chromosomes qui était comme le sceau distinctif, la marque de fabrique qui certifiait la nouvelle espèce et ce fait, d'une si riche importance, a exclusivement retenu leur attention.

Mais nous qui, depuis une vingtaine d'années, nous sommes attachés à *l'étude de l'allure du développement*, tant chez les espèces végétales que chez les espèces animales, dès que nous eûmes pris connaissance des admirables travaux américains nous reconnûmes, avec émotion, que toutes les espèces nouvelles mutées, obtenues chimiquement, comme à volonté, pouvaient être considérées comme des ralenties de développement et nous en fîmes le rapprochement avec l'*Oenothera Gigas* de de Vries.

1. Blakeslee: Dans son Compte rendu à l'Acad. des Sc. de Paris déclarait que les tétraploïdes fleurissent toujours plus tardivement que les diploïdes,

La leçon des Oenothera Gigas et Rubrinervis.

L'Oenothera Gigas. — L'Oenothera Gigas est une espèce spontanément mutée, découverte en 1886 par le professeur hollandais de Vries : elle offre, précisément, les deux caractéristiques fondamentales des mutées chimiques et les caractères corrélatifs qui en dépendent. Or, nous possédons de cette espèce une photographie descriptive magistrale due à de Vries lui-même, ce qui va nous permettre d'en scruter le facies et la physiologie. Elle présente deux fois plus de chromosomes que l'*Oenothera Lamarkiana* dont elle est issue, *28* au lieu de *14*, et, en outre, elle est bisannuelle alors que sa mère est plutôt annuelle.

« On lui a donné le nom de Gigas, non pas qu'il s'agisse d'une géante proprement dite, car elle n'est guère plus haute que le Lamarkiana! mais parce qu'elle s'en distingue nettement par une vigueur plus grande sous tous les rapports. Les tiges sont robustes et ont, d'un bout à l'autre, un diamètre souvent double de celles du Lamarkiana : les entrenœuds sont plus courts et les feuilles, plus nombreuses, couvrent les tiges d'un feuillage plus épais. Le raccourcissement des entrenœuds s'étend à l'épi ; aussi les fleurs et les fruits sont plus serrés que sur la plante origine. Il en résulte que la couronne de fleurs qui s'ouvrent chaque soir est plus fournie et plus brillante, d'autant plus que les fleurs, prises en elles-mêmes, sont sensiblement plus grandes que celles de la plante-mère : en relation avec ces caractères, les boutons floraux paraissent beaucoup plus gros que ceux du Lamarkiana [2] ».

Cet aspect général de vigueur plus grande de l'*Oe. Gigas* est évidemment dû à la présence de points végétatifs plus nombreux, plus denses, plus rapprochés. Ce qui signifie que la plante est plus riche en cellules naissantes non encore différenciées. Un tel fait est attribuable au ralentissement général de développement du végétal : une durée plus longue est accordée aux cellules embryonnaires pour s'enrichir en protoplasme et en substance nucléaire et la plus grande fortune en chromatine prépare l'événement si remarquable du dédoublement des chromosomes ; les mêmes cellules embryonnaires peuvent, en outre, devenir relativement plus nombreuses, car elles mettent plus de temps à se vacuoliser, à grandir, à se surallonger et à devenir adultes et fonctionnelles.

Si maintenant nous appliquons ces données aux espèces nouvelles de Blakeslee, c'est-à-dire mutées grâce à une intervention chimique, nous pourrons nous faire une idée du mécanisme de leur mutation. Le premier effet, visible, de l'application de la Colchicine est un ralentissement de croissance ; une telle manifestation semble, de prime abord, un désordre et à certains égards une déchéance ; un examen plus attentif montre que ce prétendu désordre, loin d'être une diminution des énergies vitales, manifeste, au contraire, une concentration de ces énergies.

Ce qu'on appelle croissance, en effet, chez les végétaux, comprend deux parties distinctes, spécialement visibles dans le point végétatif d'une racine quelconque. La pointe végétative comprend, en effet, deux zones : 1° une zone d'élongation rapide des cellules correspondant à la zone de grande croissance, mais où les multiplications cellulaires diminuent de plus en plus et finissent par s'arrêter ; et 2° une zone très courte située vers la pointe (sous la coiffe) où la croissance élongatrice est faible, mais où la multiplication cellulaire est à son maximum. *Le vrai foyer de création cellulaire ne correspond donc pas à une croissance rapide, il correspond à une croissance lente.*

Ceci donne à penser que l'effet ralentissant de la Colchicine serait provoqué par un arrêt des excrétions sénescentes qui agrandissent les vacuoles et par un maintien plus prolongé de l'état embryonnaire. Il y aurait, de ce fait, un ralentissement de l'allure du développement cellulaire et cette mutation dans les processus de la cellule naissante ne constituerait rien moins que l'apparition d'une spécificité nouvelle : *les espèces nouvelles obtenues par Blakeslee seraient des types caractérisés par des cellules à développement ralenti.* On peut dès lors se demander si la duplication des chromosomes, sur laquelle l'attention est exclusivement arrêtée à l'heure actuelle, n'aurait pas pour cause directe le ralentissement de l'évolution de chaque cellule embryonnaire. Celui-ci serait le *primum movens* qui précéderait et commanderait le ralentissement général de l'individu en développement et aboutirait à la mutation proprement dite ?

Le contrôle cytologique.

De telles interprétations ne sont pas de simples vues de l'esprit ; l'examen cytologique, si nous en jugeons d'après les toutes récentes recherches de Mangenot, les sanctionne et les justifie. Dans un compte rendu à l'Académie des Sciences de Paris, du 16 janvier 1939, cet auteur expose les effets de la Colchicine sur les cellules d'une racine,

2. Hugo de Vries : « Espèces et variétés » traduit de l'Anglais par L. Blaringhem. *Bibl. scientif. internationale 1909*, p. 336, Félix Alcan, éditeur, Paris.

quand ces cellules ne sont pas encore entrées en karyokinèse.

« Les caractéristiques, dit-il, les plus générales de l'action de la Colchicine peuvent être interprétées de la manière suivante : l'alcaloïde paralysant instantanément le fonctionnement du fuseau caryocinétique empêche la division et par conséquent la prolifération cellulaire; par contre, il n'apporte immédiatement aucun trouble profond dans le métabolisme général de la cellule; celle-ci reste vivante, sa structure n'est pas altérée, les cellules situées dans la zone d'allongement d'une racine colchicinée sont donc aptes à recevoir et reçoivent les mêmes matériaux nourriciers, les mêmes substances de croissance que les cellules situées au niveau correspondant d'une racine vivant en milieu normal. Mais dans cette dernière, les cellules sensibles aux facteurs de la croissance sont constamment renouvelées par la prolifération du méristème apical; elles ne le sont pas, au contraire, dans la racine colchicinée; d'où l'hypertrophie des cellules de la zone de croissance et la tuméfaction de cette zone [3]. »

Deux faits d'importance, corrélatifs, sont mis ici en pleine lumière par Mangenot; ils témoignent d'une modification dans les processus cellulaires qui, poussée trop loin, compromettrait absolument l'avenir de la plante, mais qui modérée aboutit à des conditions nouvelles qui réaliseront une mutation d'espèce : 1° un arrêt de la mitose. Il est évident que si cet arrêt était définitif, la plante serait arrêtée net en son développement, ce qui, en fait, n'a pas lieu, puisque, si retardée qu'elle soit, elle fait preuve bientôt d'une vitalité supérieure et devient géante; 2° une karyokinèse plus tardive, c'est-à-dire une prolongation de l'état embryonnaire des cellules naissantes dû au retard de la karyokinèse, celle-ci étant considérée comme un signe de maturité cellulaire. Cette prolongation de l'état embryonnaire ou de non-différenciation n'a aucune influence nocive sur la cellule, comme le déclare Mangenot, bien au contraire. Celle-ci continue ses échanges nutritifs comme par le passé et loin de s'appauvrir, elle s'enrichit considérablement en protoplasma et en substance nucléaire, elle devient plus volumineuse, mais, en outre, elle ne se vacuolise point ni ne se surallonge, comme elle allait le faire, autrement dit, elle n'entre pas encore en sénescence. Dès lors, demeurées sphériques, les cellules colchicinées, devenues *tétraploïdes*, forment un groupe compact, d'où un aspect caractéristique de la racine : elle est massive et tubéreuse et elle fait un contraste frappant avec la racine de la plante normale, à cellules *diploïdes*, qui se déploie en radicelles longues, grêles et dispersées (comme on peut le voir sur une racine de Datura en mutation).

L'Oenothera Rubrinervis.

Ainsi donc, chez les cellules mutées grâce à la Colchicine, tout comme chez l'Oe. Gigas, le phénomène essentiel qui règle tout l'avenir de la plante est un ralentissement d'allure de développement. L'étude analytique de l'*Oe. Rubrinervis* qui est l'antithèse biologique de l'*Oe. Gigas*, va nous permettre de corroborer une telle conclusion par une contre épreuve.

« Le *Rubrinervis*, dit le Vries (espèce mutée en même temps que *Gigas*), est, à beaucoup de points de vue, l'opposé de *Gigas*; car son port est plus grêle. Les feuilles de l'*Oe. Gigas* sont plus larges, d'un vert plus foncé, le limbe se détache plus nettement du pétiole; la rosette entière devient plus vigoureuse et se couvre de feuilles; les rosettes de l'*Oe. Rubrinervis*, au contraire, sont peu fournies, d'un vert pâle, avec une surface d'un bleu argenté; les feuilles sont elliptiques et n'ont souvent que 2 cm. de largeur; elles sont pointues et se rétrécissent graduellement vers le pétiole [4]. »

Autrement dit, chez l'*Oe. Rubrinervis*, les points végétatifs sont relativement très peu nombreux et plus distants, d'où cet aspect plus élancé, moins touffu du végétal, ce qui signifie que les cellules naissantes embryonnaires ont comme une hâte manifeste à se différencier; leur protoplasma, de bonne heure, est sans doute envahi par des vacuoles de plus en plus nombreuses et de plus en plus volumineuses; il y a formation surabondante de substances osmotiques et sous la poussée d'un suc cellulaire de plus en plus abondant, les éléments cellulaires s'élargissent et surtout s'allongent considérablement; ils ne tardent pas à prendre leur facies fonctionnel caractéristique et ils tombent en pleine sénescence. Or, dans des cellules embryonnaires hâtivement prêtes à se mitoser, le protoplasma n'a pas le temps de s'accumuler en abondance, et la chromatine non plus. Nous soulignerons ce dernier fait, car il nous explique pourquoi, chez le *Rubrinervis*, il n'y a pas duplication des chromosomes (il n'en renferme que 14 comme le *Lamarkiana*, sa mère). Tous ces

3. Disons tout de suite que MANGENOT a été frappé, avant tout, de l'action *nocive* et *paralysante* que provoque la Colchicine au moindre dépassement des doses exigées pour la mutation.

4. Hugo de VRIES : « Espèces et variétés » : leur naissance par mutation (traduit de l'Anglais par BLARINGHEM. *Bibl. scientif. internat.* 1909, p. 337).

phénomènes seraient dus à ce que le *Rubrinervis* a acquis une allure de développement relativement accélérée ; il ne met guère que 12 mois pour parcourir son cycle évolutif, tandis que le *Lamarkiana* en met environ 18.

Ainsi donc, la variation chromosomique n'est pas un phénomène aussi général que celui d'une variation d'allure de développement, puisque cette variation chromosomique, toujours présente chez les mutées ralenties, est toujours absente chez les mutées accélérées.

En fin de compte, nous pouvons dire que la mutation *Oe. Rubrinervis* est une véritable contre-épreuve de la mutation *Oe. Gigas* : chez celui-ci, l'énergie de croissance est considérable et la vitesse de développement, par contre, est certainement faible, chez l'*Oe. Rubrinervis*, inversement, la vitesse du développement, proprement dit, est grande, mais l'énergie de croissance est amoindrie.

Ce qui donne une valeur de premier ordre à tous les renseignements que nous fournit l'étude analytique des espèces spontanément mutées : l'*Oe. Gigas* et *Oe. Rubrinervis*, c'est que les métamorphoses qui les caractérisent ne sont pas dues à une influence modificatrice venue des conditions extérieures. Il ne s'agit nullement d'un forçage, comme en opèrent tous les jours les horticulteurs ou la nature elle-même ; l'*Oe. Lamarkiana*, en effet, et ses deux filles qui se distinguent si nettement entre elles, par une allure propre de développement, vivent côte à côte, par conséquent dans des conditions cosmiques identiques, et de plus, de Vries, avait soin de faire ses cultures d'observation en un terreau, le même pour toutes; la plus ou moins grande rapidité de leur développement ne tenait donc pas à une influence climatique et leur plus ou moins grande robustesse n'était nullement due à une influence alimentaire. Si donc, les nouvelles mutées, *Oe. Gigas* et *Oe. Rubrinervis* se sont manifestement différenciées de l'*Oe. Lamarkiana*, leur mère, c'est à un facteur exclusivement interne qu'il faut l'attribuer.

Mais notre analyse nous amène à une précision plus grande : c'est au sein même des toutes premières cellules qui se succèdent après la formation du zygote que s'opérerait la révolution physiologique qui créera la nouvelle espèce ; une telle révolution, d'ailleurs, nous apparaît comme une réaction cellulaire spontanée, une réaction de défense, dirons-nous, nettement active et nullement passive ; c'est un comportement nouveau des éléments cellulaires en présence d'un danger, mais un comportement libre, nullement nécessité par une question de vie ou de mort. Quelle que soit, en effet, la cause provocatrice mystérieuse qui déclanche la mutation des processus cellulaires, nous constatons qu'elles n'est pas des plus impérieuses, puisque la grande majorité des individus Lamarkiana, en présence de cette cause provocatrice, demeurent inchangés et continuent imperturbablement, comme si de rien n'était, leur développement propre, spécifique : puisque, d'autre part, les individus qui ont réagi pour constituer les espèces nouvelles *Oe. Gigas* et *Rubrinervis* se sont comportés en sens inverse ; les premiers adoptant une allure de développement ralentie, les seconds une allure accélérée.

Les faits de mutation expérimentales nous parlent dans le même sens ; les tissus soumis à l'action agressive de la Colchicine, *maintenue dans de prudentes limites*[5] deviennent mixtes : ils renferment, à la fois, des cellules diploïdes, c'est-à-dire inchangées, et des cellules tétraploïdes, c'est-à-dire mutées.

Il est un point maintenant qui mérite de fixer notre attention : la nouvelle orientation prise par les cellules qui se sont mutées est, d'emblée, définitive et irréversible ; les nouvelles espèces qui en seront issues seront pourvues, pour toujours des caractères acquis, et les transmettront fidèlement à leur descendance : « Jamais, nous déclare de Vries, les *Gigas* et les *Rubrinervis* n'ont donné naissance à des Lamarkiana ».

En fin de compte, les deux mutées spontanées de de Vries nous apprennent l'une et l'autre, en un langage différent mais complémentaire, qu'une mutation d'espèce n'est à proprement parler qu'une mutation d'*allure de développement*, et si nous généralisons nous pourrons dire que *l'allure de développement qui caractérise essentiellement chaque espèce est l'ordonnateur tout puissant qui fixe héréditairement et pour toujours, à chaque espèce, son rang et sa destinée.* Mais les *Oe. Gigas* et *Rubrinervis* n'étaient que des trouvailles d'observation et c'est exceptionnellement qu'on pouvait en trouver d'analogues dans la nature : la leçon qu'elles nous apprennent, si convaincante qu'elle nous paraisse, avait besoin, pour être définitivement acceptée scientifiquement, d'être appuyée par des faits expérimentaux nombreux, se corroborant les unes les autres et multipliables à volonté.

Or, voici que les découvertes de Blaskeslee et de ses disciples surgissent : des mutations d'espèces végétales, au moyen d'un procédé chimique, pratique et sûr, sont accomplies en multitude et dans

5. Suivant les doses et la durée de présence de la solution, l'action de la Colchicine est ou *nécrosante* ou *perturbatrice* ou *stimulatrice*. L'augmentation considérable du volume nucléaire, dans certains cas, signalée par Mangenot, nous apparaît comme une réaction de défense poussée à l'extrême et nécessairement fatale. Mais si cette réaction est modérée, elle aboutit aux tétraploïdes de Blakeslee.

des genres les plus divers et dès lors notre attention se reporte sur l'œuvre de de Vries : nous voyons là comme une confirmation magnifique de son génie d'observation. Ce n'est plus un *Gigas* isolé qui est offert à nos examens scientifiques, c'est une multitude de *Gigas*, une multitude d'espèces mutées essentiellement caractérisées par un ralentissement de développement et qui sont toutes des espèces nouvelles, renouvelables à volonté. Les découvertes des généticiens américains sont tout simplement merveilleuses et nous croyons pouvoir dire sans crainte de nous tromper ,qu'elles ouvrent une ère scientifique toute nouvelle, à perspectives magnifiques pour les généticiens [6].

Dr **Emile Devaux,**
Médecin-colonel en retraite.

6. Dans une série de publications successives, nous avons essayé de montrer le rôle de haute importance qu'aurait joué l'allure de développement dans la genèse des espèces, dans les orthogenèses et dans les orientations évolutives.

BIBLIOGRAPHIE

1. L'Infantilisme de l'homme par rapport aux Anthropoïdes. *Rev. Génér. des Sc.*, 15 mai 1921.
2. Du rôle de l'allure du développement dans l'interfécondité. *C. R. Ac. des Sc. de Paris*, 25 juin 1923.
3. La période d'allaitement et la Croissance du cerveau. *Rev. Scient.*, 8 septembre 1923.
4. Des ralentissements de développement et interprétation des grands faits paléontologiques. *Rev. Génér. des Sc.*, 30 avril 1923.
5. Un caractère différentiel fondamental entre la Race et l'Espèce. *Rev. Génér. des Sc.*, 29 février 1924.
6. L'allure du développement et la mutation des espèces chez les végétaux. *Rev. Génér. des Sc.*, 15 décembre 1924.
7. Les causes physiologiques de la prééminence du cerveau chez l'homme. *Rev. Scientif.*, 23 avril 1924.
8. L'allure du développement dans les deux sexes. *Rev. Génér. des Sc* , 15 novembre 1925.
9. La discordance des allures de développement. Clef de l'évolution. *Rev. Génér. des Sc.*, 31 mai 1928.
10. La métamorphose du type ligneux en type herbacé. *Rev. Génér. des Sc.*, 15 juillet 1933.
11. La Genèse de l'Intelligence humaine *Rev. Génér. des Sc.*, 15 mars 1929.
12. Le problème de notre origine. *Rev. Génér. des Sc.*, 28 février 1935.
13. Trois problèmes: l'Espèce, l'Instinct, l'Homme. Paris, 1933, Le François, éditeur.

L'ÉCLAIREMENT NATUREL, EN FONCTION DE LA HAUTEUR ANGULAIRE DU SOLEIL

I. *Préliminaires.* — Nous avons, dans une étude précédente [1], défini le pouvoir absorbant du flux lumineux solaire, que nous avons évalué pour diverses valeurs remarquables de la hauteur angulaire du soleil au-dessus de l'horizon du lieu d'observation.

Nous avons montré que ce pouvoir absorbant α pouvait s'exprimer par une formule exponentielle, en fonction de la hauteur angulaire du Soleil β exprimée en radians :

$$\alpha = A \times e^{-\beta} \quad (1)$$

dans laquelle e est la base des logarithmes népériens, et A une constante.

Nous allons montrer comment il est possible d'exprimer, en fonction de β, l'éclairement normal : e_n, ainsi que les éclairements : horizontal e_H et vertical e_v ces trois éclairements étant dus au Soleil seul, et nous indiquerons la formule qui exprime, en fonction de e_H, l'éclairement horizontal total E_H dû à l'hémisphère céleste.

II. **Eclairements dus au Soleil.** — Nous avons établi, précédemment (*Rev. gén. des Sciences* du 31 janvier 1939, p. 31) la relation :

$$\alpha = \frac{e_0 - e_n}{e_0}, \quad (2)$$

dans laquelle e_0 est l'éclairement *normal* solaire aux confins de l'atmosphère, là où l'absorption atmosphérique est nulle; des formules (1) et (2), l'on déduit :

$$\frac{e_n}{e_0} = 1 - \alpha = 1 - A\, e^{-\beta};$$

d'où l'expression de e_n en fonction de β :

$$e_n = e_0 [1 - A\, e^{-\beta}] \quad (3)$$

A l'aide de deux valeurs remarquables de α assez éloignées l'une de l'autre on calcule une valeur moyenne de A par la formule (1), et par logarithmes; on trouve :

$$\log A = \bar{1},80.762; \text{ d'où } A = 0,642; \text{ on a: } e = 2,718, \text{ et } \log e = 0,4343.$$

On a ainsi :

$$\alpha = \frac{0,642}{2,718^{\beta}}$$

qui fournira les diverses valeurs de e_n correspondant aux valeurs remarquables de β.

Pour une position du Soleil en S, et sur la surface horizontale passant par le point M du lieu d'observation (fig. 1), la hauteur angulaire du Soleil étant : $\widehat{SMH} = \beta$, on obtient l'éclairement normal e_n sur la surface MN normale à SM, et

1. H. Pécheux : De l'absorption atmosphérique de la lumière solaire ; *Revue Générale des Sciences* du 31 janvier 1939 ; pages 29 à 32.

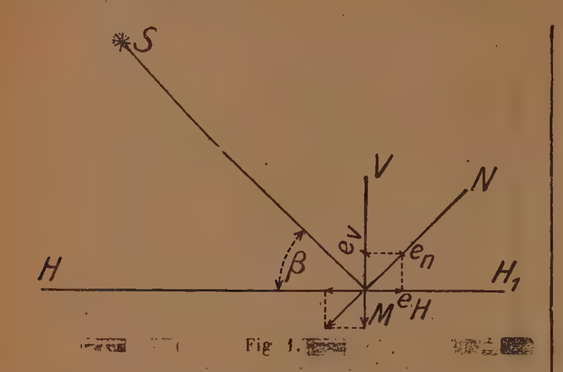


Fig 1.

l'éclairement vertical e_v sur la surface MV perpendiculaire à HM. On aura :

(4) $$e_H = e_n \operatorname{Cos}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = e_n \sin\beta$$

et :

(5) $$e_v = e_n \operatorname{Cos}\beta\ ;$$

les expressions de e_H et e_v sont donc des fonctions complexes de β.

Pour obtenir les valeurs d'éclairement en un lieu quelconque de latitude λ, on applique la formule connue :

(6) $$\beta = D + \left(\frac{\pi}{2} - \lambda\right)$$

dans laquelle D est la déclinaison du Soleil, à une époque quelconque; avec les valeurs de D fournies par l'Annuaire du Bureau des Longitudes, on calculera les valeurs correspondantes de β; et, avec les expressions (3), (4) et (5), celle des éclairements e_n, e_H et e_v.

On transforme les valeurs de β (évaluées en degrés) en *radians*, à l'aide des modules :

1° = 0.017 453 radian ; et 1' = 0,000.291 radian ;

Le tableau ci-après reproduit les valeurs correspondantes des trois éclairements dus au Soleil, pour les valeurs de β calculées du Solstice d'hiver (où β et e_n prennent leurs plus faibles valeurs), au Solstice d'été (valeurs maxima de β et e_n), à Aix-en-Provence où λ = 43°32'; nous avons trouvé antérieurement e_0 = 36.800 lux. Toutes ces valeurs se rapportent à *midi*, heure à laquelle le Soleil passe au méridien du lieu.

TABLEAU I

DATES	β°	β RADIANS	α	e_n lux	e_H lux	e_v lux
Solst hiver	23°01'	0,402	0,430	20.976	8 192	19.298
16 Janvier	25°19'	0,442	0,413	21.602	9.276	19.528
15 Février	33°25'	0.583	0.359	23.589	12 997	19.673
16 Mars ...	44°42'	0,780	0,294	25.981	18.265	18.472
Equin. Prin...	46°40'	0,815	0,284	26 349	19.156	18 075
16 Avr)l.	56°33'	0,987	0,247	27 710	23 110	15.268
16 Mai....	65°33'	1,144	0,204	29.293	26 657	12.127
16 Juin...	69°49'	1,219	0.190	29 808	27.960	10.284
Solst. Eté..	69°55'	1,221	0,189	29.845	28.024	10.237

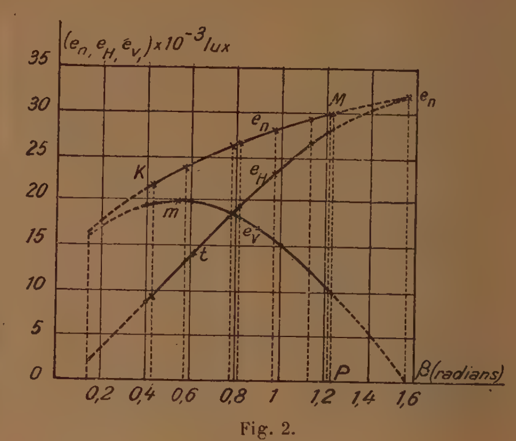


Fig. 2.

La figure 2 reproduit les graphiques des valeurs de

e_n, e_H et e_v

L'examen du tableau qui précède, et des graphiques de la figure 2, montre que la fonction e_H est toujours croissante, la dérivée $\left(\frac{de_H}{dp}\right)$ étant toujours positive.

La *dérivée seconde* $\frac{de_H}{d\beta}$ par contre et qui vaut tous calculs effectués à l'aide de la formule (4) :

(7) $$\frac{de'_H}{d\beta} = e_0\left(\frac{A}{e} \times 2 \operatorname{Cos}\beta - \sin\beta\right)$$

passe d'une valeur positive à une valeur négative, entre le 15 février et le 16 mars; un calcul d'interpolation, entre les valeurs de cette dérivée aux deux dates en question, montre qu'elle s'annule le 19 février : ce qui correspond à un *point d'inflexion* pour la courbe de e_H (point *t*).

En ce qui concerne e_v, la dérivée $\frac{de_v}{d\beta}$ (calculée à l'aide de la formule (5) explicitée par rapport à β) donne :

(8 $$\frac{de_v}{d\beta} = e_0\left[\frac{A}{e^\beta}(\operatorname{Cos}\beta + \sin\beta) - \sin\beta\right]$$

cette expression passe d'une valeur positive à une valeur négative entre le 16 janvier et le 15 février; elle s'annule le 5 février, ce qui correspond à un maximum de e_v, à cette époque (point *m* sur la courbe).

Enfin, la fonction e_n est continue et son graphique demeure convexe vers l'axe des éclairements, entre les valeurs limites de β admises, mais sa dérivée :

$$\frac{de_n}{d\beta} = e_0 \frac{A}{e^\beta}$$

décroît continuellement, tout en demeurant positive.

III. **Eclairement horizontal total.** — Cet éclairement est dû à tout l'hémisphère céleste.

En comparant les valeurs numériques de e'_H (du tableau I), à celles de E_H (que nous avons mesurées à diverses reprises [2], et qui figurent avec les *chiffres définitifs* au tableau II ci-après), nous avons été incité à poser la relation suivante entre ces 2 éclairements horizontaux :

(9') $$E_H = K e_H^{m}$$

Cette formule ,calculée avec 2 valeurs remarquables de E_H, et 2 valeurs correspondantes de e_H (à l'équinoxe du printemps, et au soltice d'été) a donné, par logarithmes :

$$K = 4,234 ; \text{ et:}$$

et :

$$m = 0,964 ; \text{ d'où}$$

d'où

(9) $$E_H = 4,234 \times e_H^{0.964}$$

Les valeurs de E_H obtenues par cette formule s'écartent légèrement, en plus ou en moins, de celles qui ont été fournies par les mesures au luxmètre-photo-électrique, que nous avons obtenues en 1938 et 1939; l'erreur relative moyenne ainsi obtenue, pour les 9 séries de valeurs correspondant aux dates du tableau I, est de ± 3,2 pour mille, seulement, inférieure aux erreurs de lecture pouvant accompagner les mesures.

Voici le tableau des valeurs en question (en lux).

L'éclairement E_H fonction parabolique de e_H, est une fonction assez complexe de β, comme on le voit facilement en remplaçant e_H par sa valeur tirée de la formule (4) et explicitée à l'aide de la formule (3).

La figure 3 reproduit les graphiques comparés des 2 éclairements horizontaux.

Le calcul de la dérivée :

$$\frac{dE_H}{d\beta} = \frac{dE_H}{d e_H} \times \frac{de_H}{d\beta}$$

montre que celle-ci est toujours positive entre les limites adoptées pour β; mais elle passe par un *maximum*, qu'un calcul d'interpolation place au 12 février : ce qui correspond à un point d'inflexion T à cette date pour la courbe de E_H. Il en est de même pour e_H, à quelques jours près, nous l'avons vu précédemment.

Remarques. — Nous avons calculé les valeurs de l'éclairement normal e_n du solstice d'été au

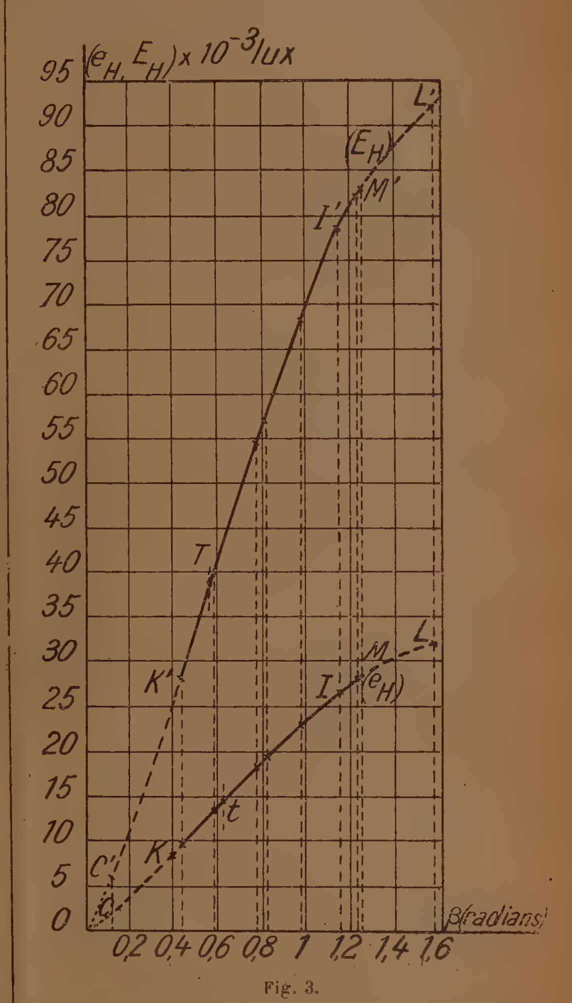


Fig. 3.

solstice d'hiver; les valeurs trouvées, que nous ne reproduirons pas ici, donneraient lieu à un graphique partant du point M (fig. 2), et assez rapproché du symétrique du graphique KM par rapport à l'axe PM avec, toutefois, des valeurs un peu plus faibles pour e_n correspondant aux valeurs

2 H. Pécheux : Eclairage naturel (*Revue Générale des Sciences* du 15 juin 1933) ; et : Eclairage diurne (*Revue Scientifique* du 11 août 1934).

Tableau II

DATES	Sols. hiver	16 jan.	15 février	16 mars	Eq. Pr.	16 avril	16 mai	16 juin	Sols. Eté
e_H	8192	9.276	12.997	18.265	19:156	23.110	26.657	27.960	28.024
E_H mesuré	25000	28.500	39.000	54.500	57.000	68.500	78.500	82.100	82 000
E_H calculé	25100	28.340	39.140	54.130	57.000	68.120	78.330	82.000	82.000

de β équidistantes de P; ainsi, à l'équinoxe d'automne, e_H est un peu *plus faible* qu'à l'équinoxe du printemps; il en est de même pour le 1er août par rapport au 16 mai, époques équidistantes du solstice d'été.

Même remarque en ce qui concerne les valeurs de E_H du solstice d'été au solstice d'hiver : lesquelles sont un peu plus faibles que celles obtenues dans la période précédente, à des époques également éloignées du solstice d'été.

IV. **Influence de la latitude sur les variations de l'éclairement.** — Les résultats qui précèdent ont été obtenus pour un lieu de latitude donnée (43°32') soit Aix-en-Provence, dans la zone tempérée.

Il est intéressant de connaître les variations annuelles de l'éclairement, en des lieux de latitudes très différentes, pris dans les zones torride, tempérée, et glaciale.

Voici quelques exemples auxquels nous avons appliqué les calculs d'éclairement après avoir évalué au préalable la hauteur angulaire du soleil, aux jours remarquables de l'année (comme au tableau I), ceci à l'aide de la formule (6) ci-dessus.

a) *Zone torride.* — La latitude est inférieure à 23°27. Le calcul montre que, dans cette région, la hauteur angulaire du Soleil atteint 2 fois par an, la valeur 90 degrés; autrement dit, le Soleil passe 2 fois au zénith, dans une année.

Considérons les cas de Libreville (Gabon français), de Dakar (Sénégal) et de Saïgon (Cochinchine française).

1° *A Libreville,* la latitude vaut 0°16' (ce point est à peine au-dessus de l'Equateur); β° est minimum au solstice d'hiver, et vaut 66°17', l'éclairement e_H vaut 26.850 lux, et $E_H = 78.760$; à l'équinoxe du printemps, $\beta = 89°56'$ (il vaut 90°, 6 heures après) et les éclairements horizontaux valent, dans le même ordre, 31.870 lux (maximum) et 93.000 lux (maximum); ces résultats sont obtenus à *midi,* heure du passage du Soleil au méridien du lieu.

La figure 4 reproduit (courbe L) les variations de e_H du Solstice d'hiver au solstice d'été (qui correspond à un second minimum de β°).

N. B. — Sur la figure 3, le graphique correspondant aux variations de E_H pour ce lieu, s'étendrait de I' à L', alors que celui des variations de e_H s'étendrait de I à L (I et I' correspondant à la valeur de β au solstice d'hiver, et L et L' à celle de β à l'équinoxe du printemps, à Libreville).

2° *A Saïgon,* la latitude vaut 10°40'; les valeurs de β, e_H, et E_H passent respectivement de : 55°53' (solstice d'hiver), 22.870 et 67.470 (*minima*), à 90° (18 avril), 31.870 et 93.000 lux (*maxima*; le Soleil étant au zénith à cette date); le graphique S reproduit les variations de e_H pour la même période, toujours.

3° *A Dakar,* la latitude est 15° (comme à Saint-Pierre de la Martinique) β varie de 51°33' (solstice d'hiver) à 90° (2 mai, passage au zénith); e_H, de 21.250 lux à 31.870 (maximum), et E_H de 62.850 lux à 93.000 (maximum); la courbe D représente les variations de e_H.

N. B. — Les sommets des graphiques sont sur la même horizontale *ch* représentant la valeur maxima de e_H quand le Soleil passe au zénith.

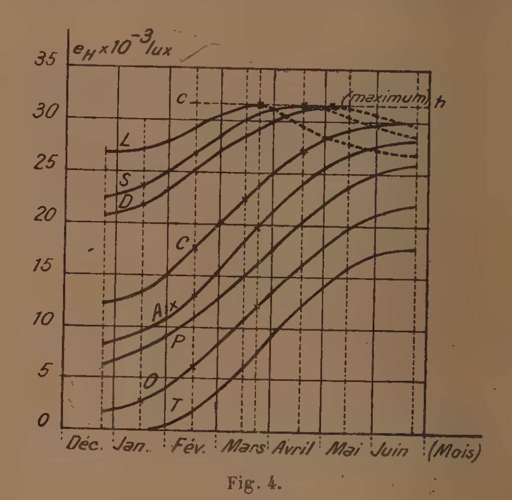


Fig. 4.

b) *Zone tempérée boréale.* — La latitude est comprise entre les valeurs 23°27' et 66°33'. Pour tous les lieux de cette zone, la valeur minima de e_H est obtenue au solstice d'hiver, et la valeur maxima au solstice d'été. Les courbes C, P, O de la figure 4 représentent les variations de cet éclairement pour Casablanca, Paris, et Oslo, et donnent aisément la valeur de e_H à une époque quelconque entre les 2 solstices. Ces courbes ont même allure.

Les valeurs *minima* de e_H sont respectivement : 12.500; 6.500 et 1.790 lux; les valeurs maxima : 30.000; 26.000 et 21.850 lux.

Pour E_H, le calcul donne : *minima* (dans le même ordre) : 37.700; 19.400 et 5.800 lux; maxima : 88.400; 76.200 et 64.600 lux.

N. B. — La courbe relative à Aix-en-Provence a été rapportée : elle se place entre Casablanca (latitude : 34°), et Paris (latitude : 48°50'); plus près de celle de Paris, naturellement; pour Oslo, la latitude vaut : 60°.

c) *Zone glaciale boréale.* — La latitude est supérieure à 66°33'. Le calcul de β montre que, *à midi,*

le Soleil demeure sous l'horizon, pendant une durée qui est d'autant plus grande que la latitude est davantage supérieure à 66°33'.

Si nous prenons, par exemple, et dans cette zone, le cas de *Talvik* (Norvège), à la latitude de 70°, le calcul effectué pour obtenir la hauteur angulaire du Soleil : β, à midi, donne seulement des *valeurs positives*, entre le 20 janvier et le 24 novembre. L'éclairement e_H croît, à partir de la première date, et comme le montre le graphique T de la figure 4, jusqu'au solstice d'été, époque où l'on obtient : β = 43°27' (maximum), et e_H = 17.900 lux seulement, correspondant à E_H = 58.300 lux.

N. B. — Toutes les valeurs de E_H ont été déduites de celles de e_H à l'aide de la formule (9).

Remarques générales. — L'examen des graphiques de la figure 4 suggère les remarques suivantes :

1° Dans la zone torride, l'éclairement maximum horizontal (qui se trouve réalisé par le passage du Soleil au zénith) a lieu à une époque d'autant plus éloignée de l'équinoxe du printemps que la latitude est plus grande. L'écart entre l'éclairement au solstice d'hiver (minimum) et l'éclairement maximum, croît avec cette latitude;

2° Dans la zone tempérée, les éclairements : minimum (solstice d'hiver) et maximum (solstice d'été), sont d'autant plus élevés que la latitude est plus faible;

3° Dans la zone glaciale, le calcul fait pour d'autres lieux que Talvik, — *plus près du pôle;* — montrerait que le graphique représentatif des variations de e_H serait situé au-dessous de T, et d'autant plus que la latitude est plus près de 90°, l'origine de la courbe recule vers la droite; le maximum ayant toujours lieu au solstice d'été.

V. **Conclusion.** — Les graphiques qui précèdent ont été établis pour fournir les éclairements (normaux, horizontaux, verticaux dus au Soleil seul) et l'éclairement horizontal total dû à l'hémisphère céleste à diverses époques de l'année, et à *midi*, c'est-à-dire à l'heure du passage du Soleil au méridien.

Mais si nous observons que les éclairements en question sont fonction de la hauteur angulaire du Soleil β?, nous remarquerons aisément que les éclairements horizontaux, par exemple, à un instant quelconque d'une époque quelconque, seront obtenus à l'aide des graphiques de la figure 3, et très aisément : il suffira de relever, au théodolite, la hauteur angulaire en question, de la traduire en radians, et de la porter sur l'axe des abscisses, les ordonnées correspondantes fourniront les valeurs cherchées.

— Nous savons, en effet, que l'échelle des valeurs observables de β s'étend de 0 à 1,57 radian, et que les graphiques OL' et OL fournissent toute l'échelle des éclairements correspondants.

H. Pécheux,
Docteur ès sciences, lauréat de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

La Vallée-Poussin (C. de). — **Les nouvelles méthodes de la théorie du potentiel et le problème généralisé de Dirichlet.** (Actualités scientifiques et industrielles 578. Publications de l'Institut de mathématiques de l'Université de Strasbourg, II). — 1 *fasc. de 47 pages, Paris*, 1937. *Hermann et Cie, édit.*

Le problème de Dirichlet classique a pour objet de déterminer la fonction harmonique qui prend sur la surface frontière du domaine considéré une suite continue de valeurs données. La surface frontière est supposée régulière. Néanmoins, s'il n'existe qu'un nombre fini de points irréguliers tels qu'une fonction harmonique continue au voisinage y soit discontinue, le problème de Dirichlet admet encore dans certains cas une solution. On est ainsi conduit au problème généralisé de Dirichlet posé par M. N. Wiener. Etant donné un domaine ouvert connexe et une fonction continue sur sa frontière, construire une fonction harmonique dans le domaine qui coïncide avec la donnée sur la frontière sauf pour un nombre ou un ensemble minimum de points d'exceptions et reconnaître si le problème ainsi généralisé admet encore un théorème d'unicité.

Les nouvelles méthodes de la théorie du potentiel de M. C. de La Vallée-Poussin permettent de résoudre ce problème. Ces méthodes introduisent la masse comme une fonction additive d'ensemble borélien et définissent le potentiel par une intégrale généralisée de Stieltjes par rapport aux masses. De plus il est nécessaire d'introduire la notion de capacité de l'ensemble des points irréguliers. Le problème ainsi posé et résolu est susceptible d'un élargissement en supposant non plus la donnée continue sur la frontière au sens étroit, mais en considérant le che-

min suivi pour arriver à ces points et en distinguant les points accessibles simples et multiples et les points inaccessibles.

G. P.

Valiron (Georges). — **Sur les valeurs exceptionnelles des fonctions méromorphes et de leurs dérivées.** (Actualités scientifiques et industrielles 570. Exposés sur la théorie des fonctions publiés sous la direction de Paul Montel, IX). — 1 *fasc. de* 55 *pages. Paris*, 1937. *Hermann et Cie, édit.*

Une famille donnée de fonctions méromorphes dans un domaine donné est normale dans ce domaine lorsque de toute suite infinie de ces fonctions on peut extraire une autre suite qui converge uniformément dans ce domaine. La recherche de critères de normalité ou de quasi-normalité d'une famille de fonctions méromorphes a été basée jusqu'aux recherches récentes sur la considération du domaine couvert par les valeurs de chaque fonction de la famille sans envisager simultanément les propriétés des distributions des valeurs des fonctions et de leurs dérivées.

M. Miranda a démontré que toute famille de fonctions holomorphes dans un domaine où elles ne prennent pas la valeur O et dont la dérivée d'ordre $V > 1$ donné ne prend pas la valeur 1 est normale dans ce domaine. La méthode de M. Miranda ne semblant pas pouvoir fournir une généralisation pour le cas des fonctions méromorphes admettant deux valeurs exceptionnelles, M. Valiron reprenant une méthode directe s'appuyant sur les propriétés des fonctions entières établit des résultats assez généraux, en particulier le théorème :

Les nombres a_0, a_1, a_v, m, b, c,

étant donnés tels que

$$(a_0 b - 1)(a_0 c - 1) \neq 0, \quad a_v \neq 0$$

la famille des fonctions $f(z)$ qui sont méromorphes dans un domaine D où elles ne prennent pas les valeurs b, c, et pour lesquelles l'équation

$$a_0 f(z) + a_1 f(z) \ldots + a_v f^{(v)}_{()} = 1$$

n'a que m solutions au plus dans D, est normale dans D.

G. P.

2° Sciences physiques et chimiques.

Damien (A.), — « **Halogènes et composés oxygénés du chlore** ». De la Collection « Les Classiques de la Découverte scientifique ». Mémoires de Scheele, Berthollet, Gay-Lussac, et Thénard, H. Davy, Balard, Courtois, Moissan, Millon. *Gauthier-Villars, éditeur, Paris.* 1938. *In*-8°, 147 *p.* (*Prix* : 21 fr.).

Si l'étude des sels et des corps, qui s'en rapprochent d'ailleurs, formés à partir d'éléments de caractères électriques très différents a été relativement facile il n'en a pas été de même de celle de combinaisons des éléments électropositifs entre eux (alliages) ou de celle des éléments électronégatifs. Tel est le cas des composés oxygénés de l'azote et des halogènes. La découverte du chlore lui-même a d'ailleurs été faite à une époque où la notion de corps simple commençait à peine à se dégager. Les difficultés d'interprétation des recherches sur les halogènes et leurs combinaisons oxygénées rendent donc particulièrement intéressante la lecture de l'exposé original de ces recherches. Mais les mémoires sur ce sujet ont été si nombreux que M. Damien a dû compléter un choix obligatoirement très restrictif par des indications historiques servant de lien entre les divers mémoires. Il n'a pourtant pas eu le loisir d'exposer l'historique cependant si intéressant de la découverte du fluor par Moissan. On sait que si ce savant avait pensé à tout avant de passer à l'acte il aurait sans doute jugé son expérience irréalisable et il ne l'aurait pas tentée. Des conditions peu prévisibles mais heureuses se sont pourtant présentées pour lui apporter le succès que l'on sait. On pourra d'ailleurs lire la relation vivante de cette découverte historique au début du livre classique de Le Chatelier sur le « Carbone », ce qui complétera heureusement le beau travail de groupement de M. Damien.

J. Martinet.

Friedrich (A.). — **La pratique de la micro-analyse organique quantitative**. — 1 *vol. broché in*-8° *de* 387 *pages, Paris. Dunod*, 1939 (*Prix* : 110 *fr.*).

Cet ouvrage déja paru en langue allemande en 1933 a été mis à jour par l'auteur et nous est présenté traduit par Mlle A. Lacourt, chef de travaux à l'université de Bruxelles. Voici les chapitres principaux : Balance microchimique. Microdosage du C, du H, du N. Des halogènes. Du S, du P, du AS. Des métaux dans les sels. Microélectroanalyse. Microdosage du Carboxyle, Méthoxyle, Ethoxyle. Dosages dans les mélanges de Méthoxyle et Ethoxyle. Dosage des groupes alkyles (methylimides). Du groupe Acétyle. De l'Hydrogène mobile. Microvolumétrie. Microdétermination du poids moléculaire. Appendice (préparations, appareils, instruments). Tous ces procédés sont décrits minutieusement et sont, pour la plupart, empruntés aux ouvrages de Preol, désormais classiques en pareille matière. Notons en passant que les travaux des auteurs français ne figurent pas dans cet exposé bien que la place serait tout indiquée pour les travaux de G. Bertrand, G. Urbain et Nicloux entre autres. Toutefois nous pouvons convenir avec Ch. Cimerman, de l'université de Genève que ce livre qu'il a préfacé sera très utile aussi bien aux travailleurs scientifiques qu'aux analystes de l'industrie.

G. Malfitano.

Houstonn (R.-A.). — **A treatise on light (Un traité de la lumière).** — 1 *vol. in*-8° *de* 528 *pages, édité chez Longmans, Green et C°, Londres, New-York, Toronto,* 1938. (*Prix* : 14 *sh.*)

Cet ouvrage, classique dans les pays de langue anglaise, a paru pour la première fois en 1915, et l'édi-

tion actuelle est la septième. Il contient un exposé clair et élémentaire de toute l'optique, tant géométrique que physique. Naturellement les nombreuses questions étudiées ne sont abordées que par leur aspect le plus simple et les complications théoriques sont soigneusement évitées. Chaque chapitre est suivi d'exercices numériques ou problèmes, dont les solutions sont indiquées brièvement à la fin du volume. Le livre a donc toutes les apparences d'un manuel scolaire.

Les principales divisions de l'ouvrage sont les suivantes : Optique géométrique (chapitres I à VII), Optique physique (chapitres VIII à XIII), spectroscopie et photométrie (chapitres XIV à XX), théorie mathématique (chapitres XXI à XXVI). Chacune de ces quatre parties offre un développement comparable et occupe, en gros, un quart du livre. Il en résulte un équilibre, au moins apparent, dans le développement, quoique un examen un peu plus approfondi fasse ressortir certaines lacunes. C'est ainsi, par exemple, qu'au début de la quatrième partie, d'assez longs développements mathématiques sont consacrés aux analogies hydrodynamiques à propos de la propagation des ondes. Ce sujet est fort intéressant par lui-même, mais l'importance de l'exposé qui lui est consacré paraît tout à fait démesurée, quand on le rapproche des pages très écourtées qui traitent des spectres de raies et de bandes. Quoi qu'il en soit, les étudiants en physique trouveront, dans ce livre, un tableau complet de tous les sujets qui se rattachent aux radiations dans la physique moderne. Et s'ils n'y sauraient approfondir les questions, du moins apprendront-ils leur existence et l'ensemble des faits essentiels. Ce manuel est donc indubitablement susceptible de jouer auprès d'eux le rôle d'initiation que l'auteur semble avoir poursuivi.

Eugène Bloch.

Le Chatelier (H.). — **La Dissolution**, de la Collection « Les Classiques de la découverte scientifique » Mémoires de Lavoisier, Gay-Lussac, Loewel, Gernez, Lescœur, Raoult. *Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1938. *In*-8°, 148 *p.* (*Prix* : 21 *fr.*).

Depuis une vingtaine d'années on a publié d'importants travaux sur les conditions de la découverte scientifique. A ce point de vue ce petit livre est particulièrement intéressant parmi ceux de la même collection. Dans les mémoires successifs on ne verra pas une idée se développer régulièrement mais on touchera du doigt tous les tâtonnements des chercheurs avant d'arriver à une idée nette de la vérité.

Les sels les plus fusibles se dissolvent beaucoup plus à chaud qu'à froid. Ce fait était expliqué par Lavoisier en admettant que la substance considérée se dissolvait à la fois dans le dissolvant et dans le calorique, qu'il considérait comme un corps simple. Si la substance était très fusible ceci indiquait qu'elle se dissolvait dans le calorique, par conséquent plus le dissolvant contenait de calorique, plus la substance était soluble. La variation de solubilité avec la température était ainsi expliquée. Malheureusement les mémoires qui suivent ne montrent pas l'évolution de nos idées sur ces relations entre la fusibilité et la variation de solubilité. Dans un si petit ouvrage on ne peut évidemment faire entrer un grand nombre de mémoires.

Par contre une idée dont on peut bien suivre l'évolution est celle de la cause de la cessation de la sursaturation. On avait reconnu le rôle de l'air dans l'amorçage de la cristallisation mais ce rôle est resté mystérieux pendant bien des décades aussi bien à Gay-Lussac qu'à Loewel qui établissaient pourtant, en étudiant la question, de nombreux faits intéressants. Ce fut seulement Gernez en 1865 qui découvrit la cause du phénomène de la cristallisation des solutions sursatuéres de sulfate de sodium dans des germes cristallins de ce sel contenus dans l'air. Et pourtant avant lui on avait eu tout ce qu'il fallait pour tirer cette conclusion. Il semble qu'il ait fallu que Pasteur indique le rôle des germes de l'air dans les fermentations pour que les physico-chimistes par analogie viennent à penser à une cause analogue de la cristallisation des solutions sursaturées.

Si le livre se termine sur les mémoires de Lescœur sur la dissociation des hydrates salins et de Raoult sur la cryoscopie et la tonométrie sans qu'il soit fait allusion à l'ionisation des sels en dissolution ni à d'autres questions plus modernes, H. Le Chatelier donne cependant dans la préface un historique plus complet de l'évolution de nos connaissances sur la dissolution.

J. Martinet.

3° Sciences médicales.

Collin (Remy). — **Les Hormones** (*Coll.* Sciences d'aujourd'hui). — 1 *vol.*, 358 *p.*, *illus. Editions Albin Michel*, *Paris*, 1938.

L'étude des sécrétions hormonales, de leur mécanisme, de leur rôle à l'état normal et pathologique, des conséquences de leur déséquilibre sont actuellement l'un des chapitres dominant la physiologie et la clinique. L'ultime étape de leur action est une régulation chimique. Non seulement le nombre des glandes hormonogènes s'est accru depuis qu'est intervenu le concept de sécrétion interne, mais l'on a relevé une pluralité d'hormones pour une même glande, pour un même tissu glandulaire. Le métabolisme est très largement influencé; dans les conditions normales d'élaboration, certaines exercent une action hydrorégulatrice (hypophyse), glycorégulatrice (pancréas, surrénales), calcorégulatrice (parathyroïdes). Elles conditionnent le développement somatique et psychique, jouent un rôle important dans la morphogenèse sexuelle; à un degré insigne, les plus discrètes dysfonctions endocriniennes se traduisent soit par une perturbation humorale temporaire, soit par une lésion évoluant souvent vers la chronicité et de pronostic variable. Dans la morphogenèse sexuelle, elles agissent directement sur les gonades, aussi bien que sur les caractères sexuels secondaires, par voie de répercussion.

Le remarquable ouvrage — manuel plutôt que traité — que le Professeur Collin vient de rédiger examine l'ensemble de ces problèmes; il porte les stigmates précieux de l'érudition utile, de la critique pertinente, de la concision et de la clarté. La première partie est consacrée à la théorie hormonale classique et à ses résultats (exposé succinct, méthodes d'investigation des glandes endocrines hormonogènes et des hormones, origine de celles-ci, leurs voies de transmission, organes réactionnels, métabolismes et hormones, équilibres hormonaux réalisés dans la vie sexuelle); la deuxième traite des problèmes actuels (d'abord hormones, vitamines et enzymes, ensuite antihormones, hormones et cancers, encore morphogenèse, génétique et hormones, enfin, d'une part, hormones et système nerveux, d'autre part, hormones, psychogenèse et psychologie). Je ne doute nullement de son succès; l'importance du sujet étudié, son heureuse rédaction le justifient entièrement.

R. S.

4° Art de l'Ingénieur.

Guillet (L.). — **Les métaux légers. Aluminium, Glucinium, Magnésium. Métaux alcalins** de la Collection « Les Classiques de la découverte scientifique ». Mémoires de H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC et THÉNARD. *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1938. *In-8°,* 166 *pages.* (*Prix* : 21 *fr.*).

L'ardent désir de rapide locomotion qui s'est actuellement emparé de l'humanité fait rechercher les alliages légers. Il est intéressant de remarquer que cette préoccupation n'a en rien stimulé les chercheurs qui ont découvert les métaux dont nous apprécions maintenant les qualités. Bien au contraire Sainte-Claire Deville fait remarquer la difficulté que l'on éprouvait à son époque à faire entrer un métal aussi intéressant que l'aluminium dans la pratique courante. Il dit même qu'il fut aidé dans la vulgarisation de l'emploi du métal par ses utilisations de luxe, par son emploi dans un but artistique. C'est avec un grand intérêt historique qu'on lira la préface du livre de Sainte-Claire Deville sur l'aluminium que nous présente M. Guillet après une introduction dans laquelle il nous indique le développement de l'industrie des métaux légers et la biographie des savants qui ont permis l'élabratioon des méthodes industrielles utilisées pour leur fabrication. Le livre de Sainte-Claire Deville se trouve d'ailleurs ici reproduit et on pourra en admirer la clarté et la précision. Nous y signalerons un chapitre sur la préparation du bore adamantin par aluminothermie. Avec un scrupuleux esprit de justice Sainte-Claire Deville rend hommage à Wöhler dont il dit n'avoir qu'utilisé la découverte pour rendre pratique la métallurgie de l'aluminium. Il y a pourtant loin de la poudre à peine métaliqque de Wöhler au métal malléable du savant antillais. La mise au point de cette industrie exigeait d'ailleurs celle du sodium et l'exposé des essais industriels tentés à l'époque héroïque de cette industrie est très vivant. Il est curieux de constater que si Deville a utilisé une réaction due à Wöhler il a découvert la méthode électrolytique de préparation de l'aluminium qui fut plus tard appliquée par Herould dont on trouvera les brevets dans cet ouvrage. Mais l'heure n'était pas sonnée de la préparation électrique de l'aluminium à cause du prix de l'électricité et du faible équivalent électrochimique de l'aluminium. Les dernières pages de l'ouvrage sont consacrées aux mémoires de Bussy relatifs à la préparation du magnésium et du glucinium et de Gay-Lussac et Thénard se rapportant à celle des métaux alcalins.

J. MARTINET.

5° Divers.

Demangeon (A.) **Cholley** (A.) et **Robequain** (Ch.). — **France. — Métropole et Colonies.** — 2e série : **Colonies.** — Album n° XXIII, **Madagascar. La Réunion.** — Album n° XXVI, **Etats du Levant. Colonies d'Amérique et du Pacifique, Etablissement de l'Inde. — Djibouti.** — *Librairie de l'Enseignement, 11, Rue de Sèvres, Paris,* 1936 (*Prix* 20 *fr.*).

Le beau voyage continue. Nous voici emportés vers les îles prestigieuses dispersées dans le Pacifique, l'Océan Indien et « l'azur phosphorescent » de la mer des Antilles. Ainsi, par d'irréfutables documents photographiques s'affirme, éclatante, la grandeur de l'empire colonial français.

Puissent ces deux albums, si riches d'enseignements, avoir, auprès du public studieux ou curieux, le même succès que les précédents.

M. R.

Durant (Will). — **Histoire de la civilisation. III. La Chine. Le Japon.** Traduction de Charles MOUREY. — 1 *vol. in-8° de la Bibliothèque Historique avec une carte. Payot,* 106, *boulevard Saint-Germain, Paris (Prix* : 36 *fr.).*

L'auteur étudie l'évolution historique de la Chine et du Japon de l'origine jusqu'à nos jours; il expose aussi les rapports entre l'Europe et l'Extrême-Orient, de même que le récit de la Révolution chinoise et l'exposé des motifs qui ont tout dernièrement poussé le Japon à étendre sa domination jusqu'à la Mandchourie et à la Chine du Nord. Aucun livre ne peut, sous une forme aussi réduite, être, pour le lecteur français un guide meilleur pour l'aider à comprendre ces problèmes de l'Extrême-Orient et du Pacifique de la solution desquels dépendra peut-être, pour de longs siècles, le sort de l'humanité.

R. FURON.

Warrain (Fr.). — **I. Essai sur les principes des algorithmes primitifs. II. Examen philosophique du transfini. III. Espace et géométrie.** — Publ. Inst. Général Psychologique. *Hermann et Cie, Paris,* 1934, 1935, 1937.

Le premier ouvrage est destiné à montrer que toutes les opérations mathématiques sont des diversifications et des applications de trois algorithmes

primitifs : addition-soustraction, multiplication-division, puissances-racines, lesquelles ont une origine ontologique étant des modes de la conduite de l'intelligence, et l'auteur va même jusqu'à rattacher ces trois algorithmes aux facultés de raison, d'entendement et de jugement. Ces trois algorithmes ont comme raison commune les quatre sens de tout changement quantitatif : augmentation-diminution et dénombrement-continuité. Après cet examen inductif, l'auteur passe à la déduction des trois modes de la relation qui fondent ces trois algorithmes en partant de la notion de quantité examinée au sens logique, architectonique, ontologique et métaphysique et cette déduction est reprise en considérant l'inhérence de la notion de nombre, autrement dit, d'ordre dans la toute réalité.

Le deuxième ouvrage est un exposé clair et approfondi de la théorie des ensembles et du transfini. C'est l'antithèse métaphysique entre individuel et universel qui est immanente dans l'antinomie entre dénombrable et continu et ce sont là deux modes corrélatifs et complémentaires entre lesquels il y a transition réciproque, mais aucun lien génétique. Ce ne peut être selon l'auteur, que par une explicitation métaphysique qu'on évincera les équivoques et les paradoxes ; ces difficultés sont aggravées par les dénominations impropres comme lorsqu'on appelle égalité la correspondance bi-univoque, et la contiguïté qu'on appelle continuité. L'auteur dénonce l'erreur capitale de traiter les antinomies comme des dilemmes devant lesquels l'on croit devoir prendre un parti ; et cette erreur proviendrait du dédain professé par les savants envers les problèmes philosophiques.

Le troisième ouvrage traite la question de l'espace en considérant surtout : 1° l'extension indéfinie de la notion d'espace et de la multiplicité des géométries ; 2° les quantités imaginaires et les éléments isotropes ; 3° la grandeur au sens absolu et au sens relatif ; 4° les repères, les dimensions et les pluri-dimensionnelles. En rappelant que temps-espace sont, soit des formes de l'entendement, soit des relations devenues des intuitions et des concepts, soit des propriétés substantielles, l'auteur reconnaît la géométrie euclidienne comme une doctrine de ces entités idéo-réelles qui sont les conditions de toute expérience, et il considère toutes les autres géométries comme des modifications et des adaptations au domaine physique de la géométrie euclidienne. C'est selon l'auteur parce que le nombre des formes possibles diminue à mesure que le nombre des dimensions augmente que l'espace à quatre dimensions est complet et que, d'autre part, algèbre et géométrie ont des fondements irréductibles à un seul. L'auteur s'élève contre la prétention que la mathématique soit une tautologie exclusivement formelle et il dit : « les symboles graphiques et auditifs qui évoquent des relations d'ordre dans l'espace et le temps, constituent la langue la plus métaphysique que nous puissions atteindre, car le graphisme et la musique, représentent l'épuration esthétique, intellectuelle et religieuse des idiomes issus d'associations occasionnelles ou utilitaires ». En somme, dirais-je, Fr. Warrain veut bien discerner, mais non pas séparer, le sens logique du sens ontologique, parce que la raison suffisante, dont découlent les notations de temps et d'espace, concerne la compréhension réciproque entre la personne et l'Univers.

G. Malfitano.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Mai 1939.

MM. **Jacques de Lapparent** et **Raymond Hocart** : *La leverriérite des formations latéritiques de l'Afrique Occidentale française.* — M. **Maurice Breistroffer** : *Sur le Cénomanien inférieur de la fosse vocontienne (Hautes-Alpes et Drôme).* La découverte de plusieurs espèces d'affinités africaines dans les marnes à *Hypogaudrycera Dozei* de Vesc permet de les attribuer avec certitude à l'extrême base du Cénomanien. Il est parfois malaisé de séparer le Cénomanien vrai du Vraconien. — M. **Henri Besairie** : *Le réseau magnétique de la Côte française des Somalis.* — M. **Jean Debrach** : *Sur les variations du rayonnement nocturne effectif, au cours des nuits claires.* — MM. **Marc imonet** et **Pierre Dansereau** : *Sur la méiose de deux hybrides de* Cistus : C. × hybridus Pourr et C. × rodiei *Verg. var.* antipolitensis *Dans. C. × hybridus*, hybride entre espèces appartenant à une même section botanique, a une méiose qui ne présente que quelques irrégularités (2 à 4 monovalents), alors que le *C. × Rodiei*, hybride entre espèces de sections différentes, montre une méiose à irrégularités beaucoup plus grandes (8 à 10 monovalents). De même la fertilité et la stérilité de ces hybrides offrent des caractéristiques analogues, en rapport direct avec la gravité des anomalies chromosomiques ; le premier de ces hybrides est partiellement fertile, alors que le second est entièrement stérile. — MM. **Henri Colin** et **Jean Augier** : *Un glucide original chez les Floridées du genre* Polysiphonia, *le d-mannoside α du l-glycérate de sodium.* Ce glucide répond à la formule $C^9H^{15}O^9Na$; son poids moléculaire est égal à 290. — MM. **Gabriel Bertrand** et **Lazare Silberstein** : *Sur la teneur du sol en bore.* La présence du bore dans les terres cultivées est très générale. Les quantités de ce métalloïde mises à la dis-

position des plantes sont fort petites, comprises dans la plupart des cas entre 10 et 30 mg. par kilogramme de terre fine. — Mlle **M. L. Verrier** : *La théorie d'Exner et l'histophysiologie comparée des yeux composés.* La théorie d'Exner répartit les yeux composés des Arthropodes en deux grands groupes suivant que la rétinule et le cône-cristallin sont en contact ou distants. Une étude approfondie a montré à l'auteur que les types classiques d'Exner ne sont, du point de vue anatomique et physiologique, que des cas particuliers. Ils sont les termes extrêmes d'une longue série renfermant de multiples intermédiaires. A côté de cette série existent des formes très différentes, tant du point de vue structural que fonctionnel. — M. **André Pézard** : *Numération des cellules de Purkinje dans le cervelet de divers oiseaux.* Le nombre de cellules de Purkinje paraît être à peu près constant dans le cervelet des différents oiseaux étudiés : chose curieuse, leur nombre paraît même un peu plus élevé chez les petits oiseaux que chez les grands. — M. **Etienne Wolff** : *L'action du diéthylstilbœstrol sur les organes génitaux de l'embryon de poulet.* Ce corps a une action féminisante très puissante sur l'embryon de poulet. Au point de vue qualitatif, cette action est analogue à celle de l'hormone femelle, abstraction faite de certaines différences dans la réaction des canaux de Müller. — M. **François Grandjean** : *Au sujet de la probabilité d'existence des organes et des caractères.* La probabilité d'existence d'un organe, ou d'un caractère est croissante dans l'ontogénèse. Elle est décroissante dans la phylogénèse d'une stase quelconque, à partir d'une époque, dite primitive, où l'on suppose que l'organe ou le caractère existe constamment. — M. **Nicolas Perakis** : *Analyse magnétochimique de l'œuf d'oursin* (Echinus melo). — M. **Fernand Obaton** : *Influence de la colchicine sur le développement de* Photobacterium phosphoreum. La colchicine provoque une accélération dans le développement des bactéries lumineuses, cultivées sur milieu solide ou liquide. L'augmentation des brillances observée peut s'expliquer par le nombre relatif des Photobactéries en présence, sans qu'il soit nécessaire de supposer que le pouvoir émissif de chacune d'elles ait été modifié. — M. **Hyacinthe Vincent** : *Nouvelles recherches expérimentales sur la dysphylaxie hépatique dans l'infection colibacillaire.* L'immunité active et générale, assurée par la vaccination spécifique des animaux, se montre sans effets protecteurs notables contre l'infection locale et directe du parenchyme hépatique par le *Bacillus Coli*. Le foie présente donc, au regard de ce bacille, une réceptivité particulière qui apporte l'interprétation des faits cliniques observés si souvent en pathologie humaine. — MM. **Georges Jeanneney, Charles Wangermez** et **Guy Ringenbach** : *Charges électriques du sang et choc transfusionnel.* Les auteurs démontrent que le choc transfusionnel, que l'on observe assez souvent à la suite d'une transfusion sanguine s'explique par la mise en présence de sangs de charges électriques différentes. Grâce à l'étude systématique des charges électriques des sangs mis en présence on pourrait produire ou éviter à volonté un choc transfusionnel. Ainsi dans la septicémie il semble y avoir intérêt à provoquer un choc ; par contre il faut l'éviter chez les malades *susceptibles*, cancéreux, anémiques médicaux, sujets porteurs de splénomégalie.

Séance du 15 Mai 1939.

Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Dolomies et silex de la formation phosphatée suessonienne du Hodna (Constantine).* Cette formation est caractérisée par l'association de trois sortes de roches : phosphates, dolomies et silex. Son étude montre que : 1° les silex se sont développés en milieu calcaire, et non en milieu dolomitique ; 2° les dolomies, associées au phosphate de chaux, sont d'origine épigénique, et leur genèse est postérieure à la formation des silex ; 3° la genèse des silex, subordonnés aux calcaires, ultérieurement transformés en dolomies, et les phénomènes de dolomitisation suivent de très près le dépôt des calcaires ; 4° non seulement les silex et la dolomie qui les renferme sont d'origine sous-marine, mais leur remaniement, pour engendrer des galets, est lui-même un phénomène sous-marin. — M. **Louis Glangeaud** : *Rôle de la suspension tourbillonnaire et du roulement sur le fond dans la formation des sédiments actuels de l'estuaire girondin entre Bordeaux et la Pointe de Grave.* — MM. **Henri Breuil, Léon Aufrère** et Mme **Alice Bowler-Kelley** : *Les phénomènes de solifluxion au-dessus des alluvions anciennes au voisinage du Moulin-Quignon, près d'Abbeville.* — MM. **Albert Demolon** et **Antoine Dunez** : *Observations sur la résistance à la lyse phagique du* Bact. radicola. Les auteurs ont pu obtenir, au laboratoire, des souches de *B. radicola* résistantes au bactériophage tiré de luzernières. Ces souches résistantes ont servi à inoculer des graines qui ont été ensemencées sur une terre fatiguée, où la luzerne était en voie de dépérissement. L'utilisation de cette souche a assuré une végétation vigoureuse qui s'est maintenue en seconde et en troisième année. Cette expérience montre qu'il ne faut pas voir dans la lyse phagique le processus assurant la migration dans la plante de l'azote des nodosités ; elle révèle en outre le rôle du bactériophage dans la fatigue des sols portant des légumineuses. — M. **Paul-H Fischer** : *Limite des régions tropicale et tempérée sur la côte orientale d'Australie.* — M. **Mladen Païc** : *Détermination de la constante de sédimentation de l'antitoxine diphtérique.* Dans un champ centrifuge intense, l'antitoxine diphtérique d'un sérum de cheval peut être sédimentée. Elle se dépose 1,25 fois plus rapidement que les albumines et 0,82 fois plus lentement que les globulines. L'antitoxine diphtérique n'est donc pas identique à la fraction principale des globulines. — M. **Jacques Pochon** : *Relations entre réduction du rouge neutre et parasitisme ou saprophytisme chez les* Streptococcae. La perte du pouvoir pathogène, c'est-à-dire le retour du parasitisme au saprophytisme, chez les *Streptococcae*, s'accompagnerait progressivement, et dans l'ordre suivant, de la récupération d'un pouvoir de synthèse élevé, de conditions entrophiques larges, enfin, comme dernier terme de cette évolution, de modifications métaboliques que traduit le pouvoir de réduire le rouge neutre. — MM. **Constantin Levaditi,**

André Girard et **Aron Vaisman** : *Action curative de quelques azoïques à fonction sulfone dans les infections expérimentales de la Souris provoquées par le streptocoque, le B. de Friedlander, le gonocoque et le pneumocoque.* Vis-à-vis du streptocoque hémolytique les azoïques 94 et 95 présentent une activité curative de tout premier ordre (survies définitives 100 pour 100). Cette activité curative est manifeste vis-à-vis du gonocoque (survies de 40 à 60 pour 100) et intense vis-à-vis du B. de Friedländer (75 à 80 pour 100). Enfin l'activité de ces corps est éminemment accusée à l'égard du pneumocoque type 2 (95 pour 100 de survies); elle est moins intense à l'égard de l'infection provoquée chez la Souris par les pneumocoques type 1 et type 3 (40 à 50 pour 100).

Séance du 22 *Mai* 1939.

M. S. Timoskenko est élu correspondant pour la Section de Mécanique.

1° Sciences mathématiques. — **M. Krasner** : *Sur le théorème de Fermat.* — **J. Feldbau** : *Sur la classification des espaces fibrés.* — **M. Brelot** : *Familles de Perron et problème de Dirichlet.* — **Kwok-Ping Lee** : *Sur un théorème fondamental dans la théorie des fonctions quasianalytiques.* — **J. Lagrula** : *Résultat de mesures récentes de l'intensité de la pesanteur en Tunisie.*

2° Sciences physiques. — **J. Mariani** : *Le principe de dualité et la représentation des corpuscules élémentaires.* — **B. Persoz** : *Sur la chaleur spécifique vraie du nickel au-dessus du point de Curie.* Elle est exprimée par la formule $C_p = 0,119 + 29,2.\ 10_{-6}t$. — Mlle **R. Théron** : *Effet de certains corps étrangers en faible proportion sur les propriétés magnétiques du platine.* — **J. Lecomte** : *Spectres d'absorption infrarouges de quelques dérivés monosubstitués du naphtalène.* — **A. Couder** et **P. Jacquinot** : *Méthode pour l'observation de radiations de faible intensité au voisinage d'une raie brillante.* — **P. Auger**, **R. Maze** et **Robley** : *Extension et pouvoir pénétrant des grandes gerbes de rayons cosmiques.* — **G. Beck** et **P. Havas** : *Sur le ralentissement dans l'air des fragments atomiques résultant de l'explosion de l'uranium.* — MM. **Bobtelsky** et **A. E. Simchen** : *Etude conductométrique des solutions d'ions citriques et ferriques en présence et en l'absence d'eau oxygénée.* — Mme **D. Markowska** et **G. Valensi** : *Sur la vitesse de formation du benzoate d'ammonium.* — **G. Le Clerc** et **H. Lefebvre** : *Comparaison entre l'activité catalytique des deux variétés allotropiques du nickel.* — Mme **Z. Soubarew-Châtelain** : *Sur les complexes ammonio-mannito-dimolybdiques. Détermination de la constitution de l'ion complexe par tirage conductimétrique.* — **L. Palfray**, **S. Sabetay** et **A. Halasz** : *Sur la déshydrogénation catalytique par le nickel : Nouvelles applications, essai de cinétique.* — **E. Cattelain** : *Sur les éthers des dioxytriazines.* — **J. Dœuvre** : *Sur le l-citronellol.*

Séance du 22 *Mai* 1939.

Sciences naturelles. — M. **Pierre Comte** : *La tectonique des terrains antéstéphaniens de la Cordillère cantabrique dans le Nord du Léon.* — M. **Georges Durand-Viel** : *Un cyclone en Nouvelle-Calédonie.* — M. **Jacques Noetzlin** : *Volcanisme et chimie nucléaire.* — Mme **Arlette Vassy** et M. **Etienne Vassy** : *Nouvelle preuve expérimentale du relèvement de la température des hautes couches de la stratosphère.* — MM. **Marc Simonet** et **Marcel Guinochet** : *Comparaison de l'action sur le Blé et le Lin de diverses substances provoquant des anomalies de la caryocinèse.* Une étude comparée de l'action des dérivés halogénés des carbures cycliques, de la colchicine, du phényl-uréthane et de l'acénaphtène sur le Blé et sur le Lin, a montré qu'une même substance peut provoquer, sur des plantes différentes, des effets également différents. Il semble que l'obtention de modifications du type colchicinique ou paradichlorobenzénique, à l'aide d'un même corps, sur des plantes différentes, doive dépendre presque uniquement de la constitution physicochimique des cellules de celles-ci. Il est donc probable que les anomalies du type paradichlorobenzénique et du type colchicinique ne sont que des manifestations plus ou moins accentuées d'un même phénomène. — M. **Georges Rizet** : *Sur les spores dimorphes et l'hérédité de leurs caractères chez un nouvel* Ascobolus hétérothallique. — MM. **Paul Riou** et **Gérard Delorme** : *De la répartition du manganèse et du fer dans les principaux arbres à feuilles caduques du Québec.* Le fer et le manganèse se rencontrent dans tous les arbres étudiés Les diverses parties de chaque espèce se classent, en général, par ordre décroissant, d'après leurs teneurs en fer et en manganèse, de la façon suivante : feuilles, écorce, rameaux, cœur et aubier. Les teneurs en fer ne varient pas beaucoup d'un genre à l'autre tandis que celles en manganèse sont comprises entre de très larges limites. La nature calcaire du sol limite l'assimilation du manganèse, mais l'acidité du sol ne favorise pas nécessairement cette assimilation dans tous les cas (peupliers). — M. **René Souèges** : *Embryogénie des Rhamnacées. Développement de l'embryon chez le* Ceanothus azureus *Desf* C'est au type embryonomique du *Geum urbanum* que se rattache le *C. azureus.* Ce type est essentiellement caractérisé : 1° par la constitution d'une épiphyse qui est la cellule petite-fille de la cellule apicale; 2° par la construction de la partie hypocotylée aux dépens de la cellule intermédiaire de la tétrade ; 3° par la différenciation d'une hypophyse véritable, génératrice des initiales de l'écorce de la racine et du primordium de la coiffe. Les différences observées sont secondaires et se rapportent au mode d'origine de l'hypophyse et du suspenseur proprement dit. — MM. **René Vandendries** et **Pierre Gavaudan** : *Action de la colchicine sur quelques organismes inférieurs.* La colchicine est sans action sur la division d'êtres aussi différents que les euglènes, les basidiomycètes, les levures et les bactéries. — M. **Henri Berrier** : *Sur la présence de substances fonctionnant comme les auxines végétales dans le sang et divers organes autolysés du Discoglosse et du Cobaye.* Le foie et le sang du Discoglosse et du Cobaye, qui, à l'état frais, ne paraissent pas contenir de substances du type auxinique, en libèrent de grandes quantités lorsqu'ils sont soumis à l'autolyse aseptique. La teneur en auxine est fonction du degré de désintégration

des tissus ; elle s'accroît très rapidement avec les progrès de l'autodigestion. — MM. **André Kling, Pierre de Fonbrune** et **François Raynal** : *Contribution à l'étude du mécanisme suivant lequel le sulfure d'éthyle dichloré (ypérite) agit sur les cellules vivantes.* En ce qui concerne l'Amibe, l'ypérite, pas plus que ses produits d'hydrolyse (en particulier HCl), n'agit profondément sur le protoplasma ; son action se porte uniquement sur la surface cellulaire externe dont la perméabilité se trouve modifiée. Dans cette série d'expériences la modification de perméabilité résulte d'une action spécifique de l'ypérite et non de celle de ses produits éventuels d'hydrolyse — M. **Albert Vandel** : *Les conditions de la monogénie chez l'Isopode terrestre* Chaetephiloscia elongata (*Dolfus*). Il n'y a pas de parthénogénèse chez *Ch. elongata*. La réserve de spermatozoïdes accumulée lors d'un accouplement d'automne peut féconder des pontes printanières. La proportion anormale des sexes que l'on observe chez cet Isopode est la conséquence d'un phénomène de monogénie : seules les femelles thélygènes (productrices de femelles) sont représentées dans cette espèce, entraînant de ce fait une perturbation considérable dans la proportion sexuelle. — M. **Jacques Pochon** : *Flore bactérienne cellulolytique du tube digestif de larves xylophages.* — M. **Nicolas Perakis** : *Division cellulaire dans un champ magnétique.* Un champ magnétique non uniforme semble retarder légèrement l'évolution de l'œuf d'oursin. Toutefois, ce léger retard serait dû à des actions mécaniques et non électromagnétiques, car en champ uniforme (H = 33.000 G) il n'apparaît pas ; il n'augmente pas non plus dans un champ non uniforme atteignant 43.000 gauss dans la région du maximum. — M. **Guy Viel** : *Sur le fractionnement thermique des produits gazeux de la pyrogénation de tunicines et d'une cellulose biosynthétique.* Le fractionnement thermique des produits gazeux de la pyrogénation des tunicines est essentiellement différent de celui des celluloses. On peut donc en conclure que ces corps, quoique possédant une structure élémentaire semblable, sont très différents quant à leur constitution globale. — M. **Georges Laude** : *Courbes représentatives de la formation d'ammoniac par ébullition de solutions alcalines de guanidines et de protéines.* — MM. **Serge Metalnikov, Alexis Yakimach** et **Oleg Yadoff** : *Action du rayonnement radioactif sur la multiplication et la structure des microbes.* Sous l'influence des rayons radioactifs se réveillent chez les microorganismes, ainsi que chez les autres cellules vivantes, des forces créatrices, qui sont capables de modifier profondément la structure et les caractères physiologiques et de provoquer l'avènement de races nouvelles.

Séance du 30 Mai 1939.

1° Sciences mathématiques. — **M. Fréchet** : *Evénements compatibles et probabilités fictives.* — **L. de Broglie** : *Sur un cas de réductibilité en Mécanique ondulatoire des particules de spin 1.* — **G. Littaye** : *Sur la résolution capillaire d'un jet en gouttes.* — **G. Garcia** : *Le problème secondaire de la Balistique extérieure.* — **G. Petiau** : *Sur la représentation des équations d'ondes corpusculaires.* — **P. Vernotte** : *L'intégration des équations aux dérivées partielles de la Physique.* Application à la chaleur et à la Mécanique des fluides.

2° Sciences physiques. — **J. Cabannes** et **P. Daure** : *Sur le spectre Raman du benzène en lumière circulaire.* — **P. Baron** : *Sur l'audibilité des sirènes en présence des bruits de rue.* L'introduction de variations continuelles de hauteur par action sur le moteur d'entraînement de la sirène permet d'améliorer nettement l'audibilité du signal. — **G. Reboul** et **F. Perrier** : *Sur l'ionisation résiduelle des gaz soumis à l'action des rayons X.* — M. **A. Florescu** : *Perméabilité magnétique axiale des fils et des couches minces de fer, en haute fréquence.* — **T. Karantassis, C. Vassiliadis** et **N. Perakis** : *Sur les cobalticyanures des terres rares : préparation et propriétés magnétiques.* — **P. Mesnage** : *Sur les spectres des chlorures de molybdène.* — **H. Sauvenir** : *Le spectre du palladium, de l'argent et de l'or entre 90 et 250 Å.* — **J. Farineau** : *Raies Kβ des oxydes de Mg, Al, Si et de Si C ; origine de certains satellites.* — Mlle **D. Markowska** : *Sur la vitesse de formation du chlorhydrate de β-naphtylamine.* — **H. Forestier** et Mlle **J. Longuet** : *Formation du ferrite de cuivre à basse température.* — **P. Lacombe** et **G. Chaudron** : *Sur les étapes du revenu des solutions solides Al-Mg-Zn et leur durcissement structural.* — **S. Katzoff** et **R. Roseman** ; *La dissolution de l'acide orthotitanique dans $H^2 O^2$.* — Mlles **M. Montagne** et **M. Garry** : *Action des dérivés organomagnésiens sur le diacétyl-anile et sur le benzile-dianile.*

Séance du 5 Juin 1939.

M. le Président annonce le décès de Sir **F. Dyson**, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — **J. Devisme** : *Sur l'espace dont l'élément linéaire est défini par* $ds^3 = dx^3 + dy^3 + dz^3 - 3\,dx\,dy\,dz$. — **A. Vazsonyi** : *Caractérisation topologique des continus plans d'ordre quatre.* — **M. Mathison** : *Le problème de M. Hadamard relatif à la diffusion des ondes.* — **D. Dugué** : *Sur quelques propriétés analytiques des fonctions caractéristiques.* — **S. Mandelbrojt** : *Sur une propriété remarquable des fonctions indéfiniment dérivables.* — **Kwok-Ping Lee** : *Sur de nouvelles classes quasi-analytiques des fonctions.* — **Z. Nehari** : *Une propriété des valeurs moyennes d'une fonction analytique.* — **G. Boulanger** : *Sur le choc avec frottement des corps non parfaitement élastiques.* — **D. Riabouchinsky** : *Jets gazeux de sections droites presque carrées avec et sans ondes de choc.* — **M. Sédille** : *Compresseurs axiaux. Influence du jeu.* — **A. Sivade** : *Mouvement des eaux souterraines: Existence d'un potentiel des vitesses.* — **Pan Puh** : *Sur le mouvement des protubérances.* L'auteur montre qu'en dépit des deux lois énoncées par E. Pettit les protubérances, quelle que soit leur classe, ont des mouvements continus.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME L DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 31 DÉCEMBRE 1939)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

II. — ARTICLES ORIGINAUX

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHEMATIQUES

Mécanique générale et appliquée.

Astronomie et Géodésie.

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique pure et appliquée.

Chimie pure et appliquée.

**

3o SCIENCES NATURELLES

Biologie générale.

Météorologie et Physique du Globe.

Géologie.

Géographie.

Botanique et Agronomie.

Zoologie.

Anatomie et Physiologie.

Ethnologie

Psychologie.

4o SCIENCES MEDICALES

5° SCIENCES DIVERSES

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des Sciences de Paris.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME L DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

1. Les chiffres en **caractères gras** reportent aux articles originaux

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS[1]

1. Les chiffres en caractères gras reportent aux articles originaux.